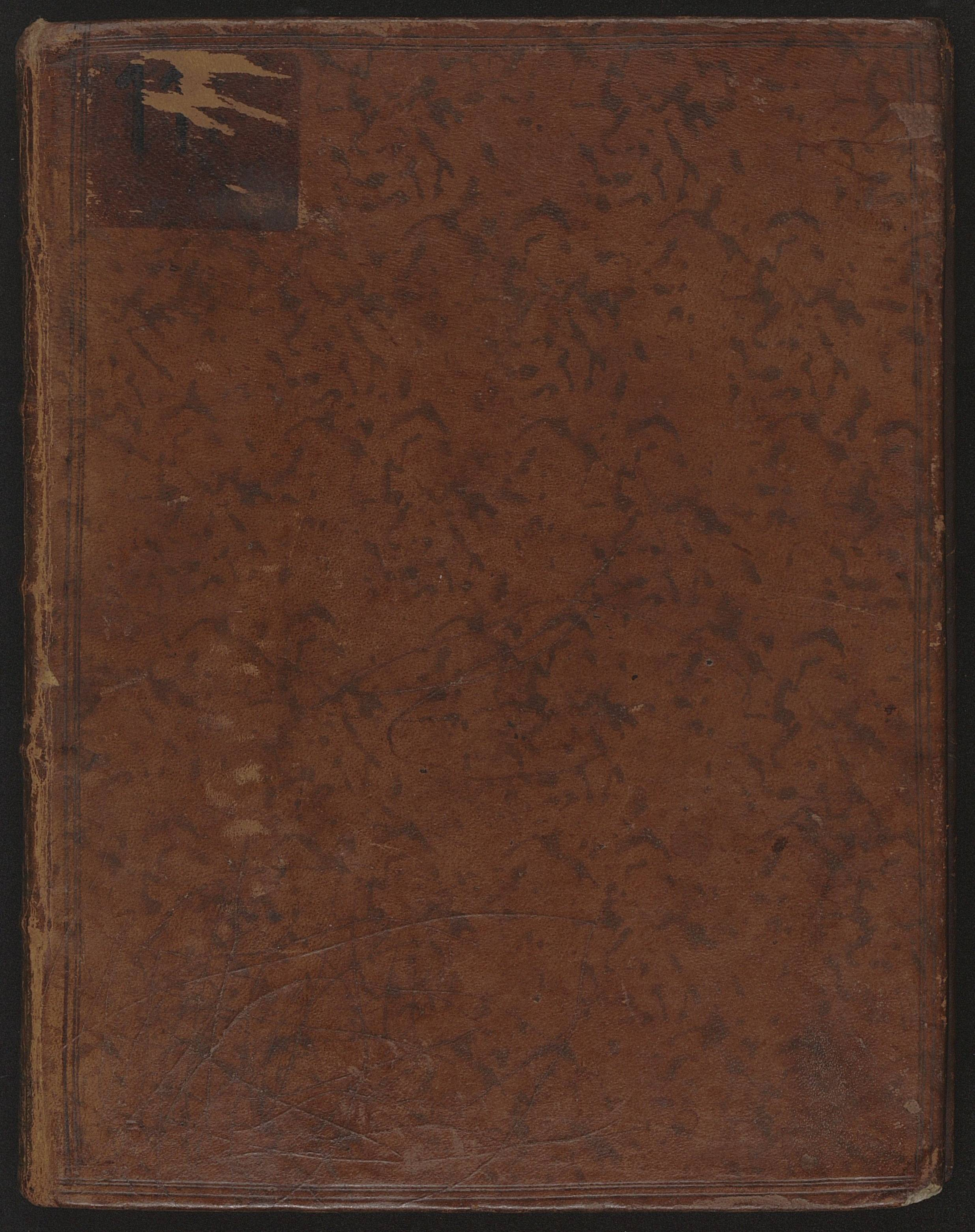
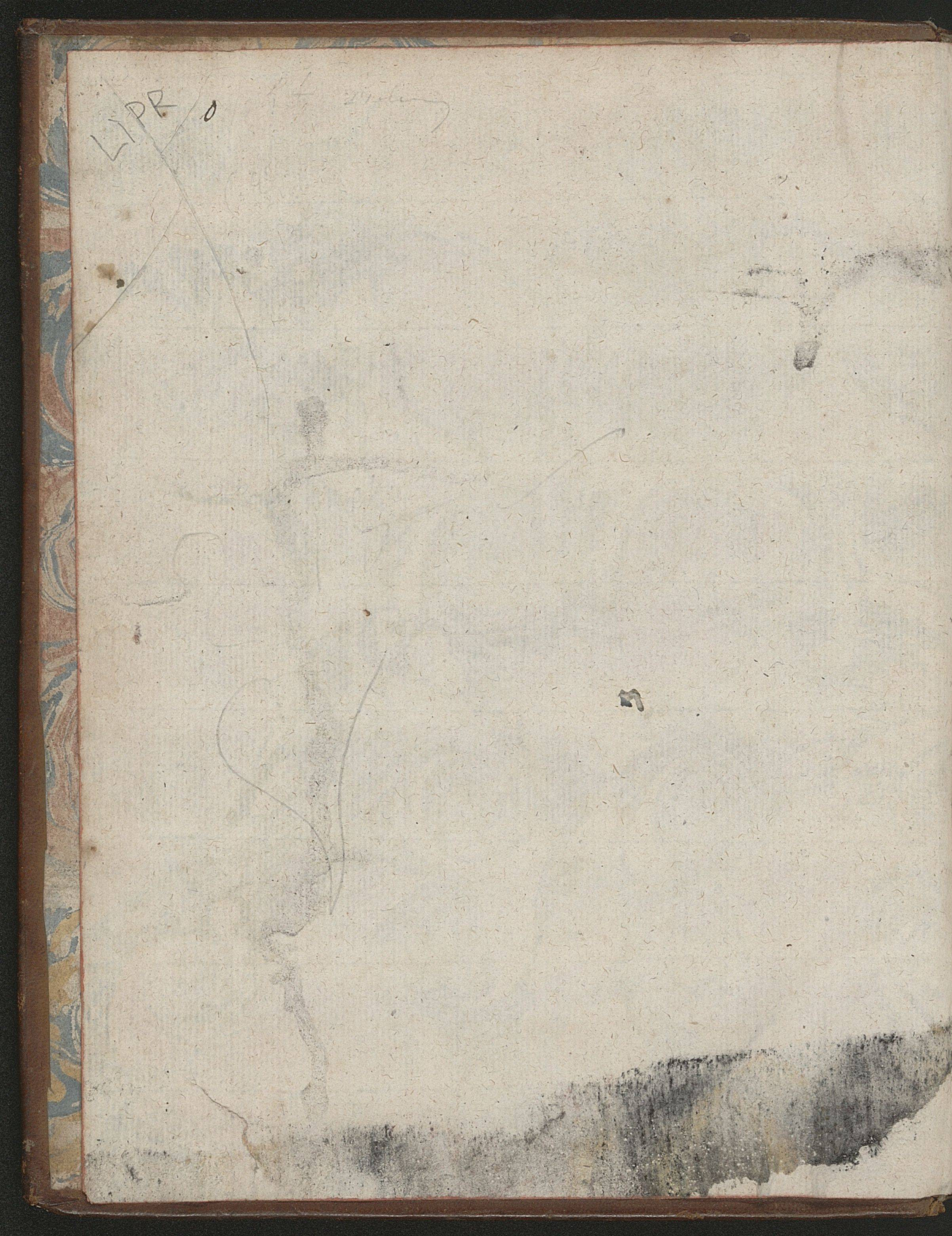
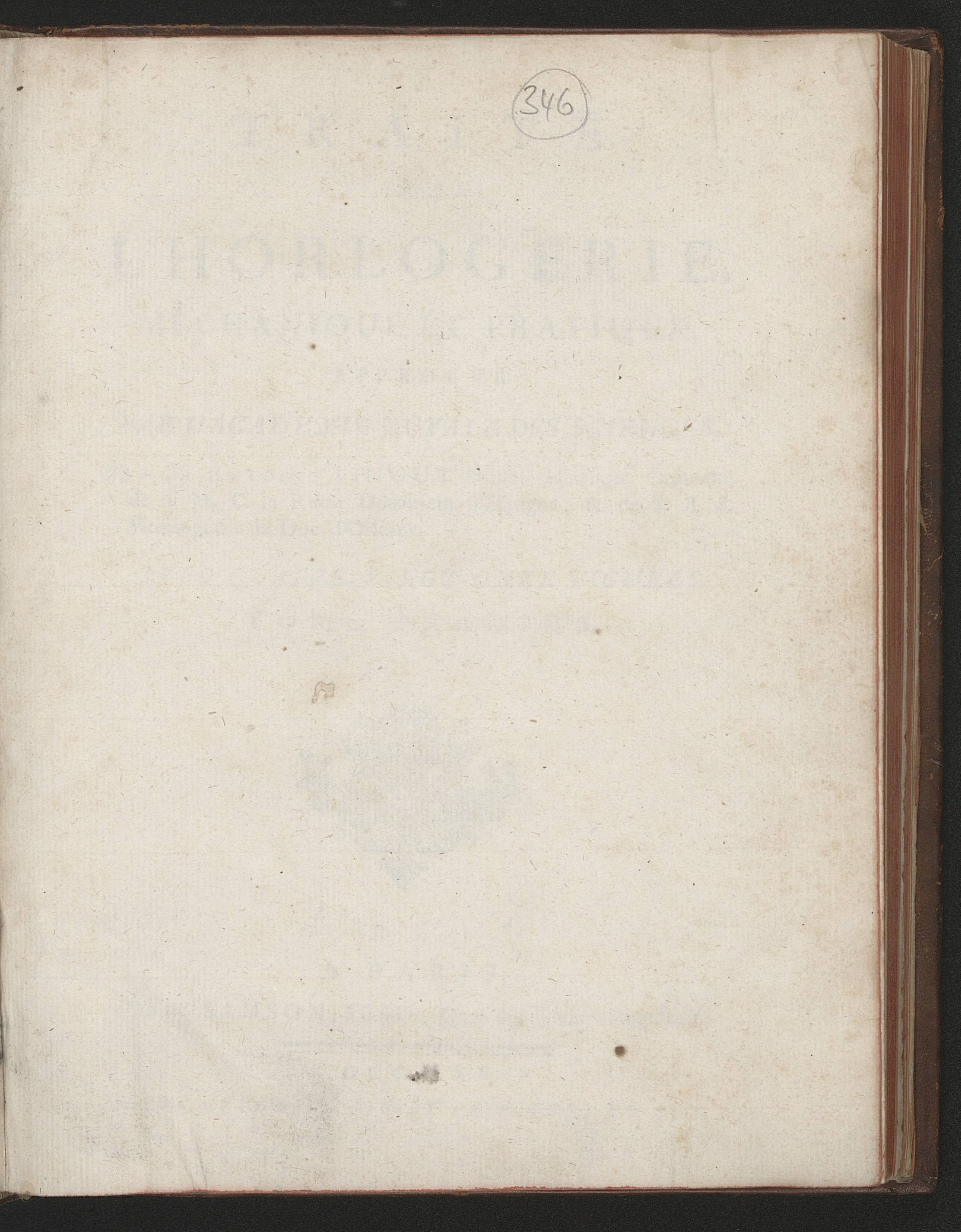







LYPR 0


346

TRAITÉ
DE
L'HORLOGERIE,
MÉCHANIQUE ET PRATIQUE,

APPROUVÉ

PAR L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES,

PAR feu ANTOINE THIOUT l'aîné, Horloger Ordinaire de S. M. C. la Reine Douairiere d'Eſpagne, & de S. A. S. Monſeigneur le Duc d'Orleans.

AVEC QUATRE-VINGT-ONZE FIGURES.

TOME PREMIER.

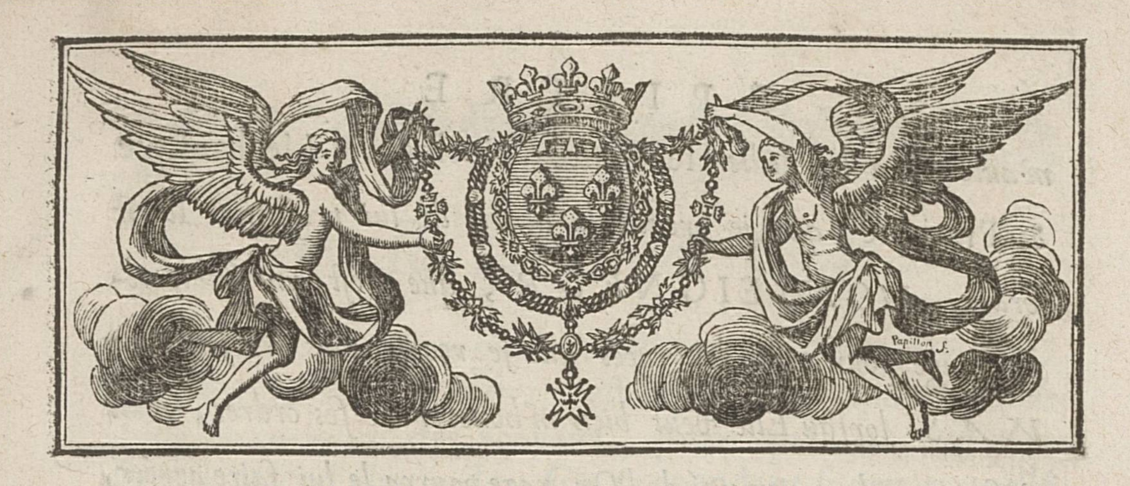


A PARIS,

CHEZ SAMSON, Libraire, Quai des Grands Auguſtins.

M. DCC. LXVII. [1767]

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.



A
SON ALTESSE SERENISSIME
MONSEIGNEUR
LE DUC D'ORLEANS,
PREMIER PRINCE DU SANG.

MONSEIGNEUR,

LA *respectueuse reconnoissance que j'ai des bontés dont il a plû à VOTRE ALTESSE SERENISSIME de me combler en m'honorant du Brevet de son Horloger ordinaire,*

m'autorise à lui dédier le Traité d'Horlogerie Méchanique & Pratique, *que je prends la liberté de lui présenter. Il est vrai,* MONSEIGNEUR, *que c'est un foible témoignage pour tant de graces que je recois tous les jours de V. A. S. lorsqu'Elle veut bien m'honorer de ses ordres, mais j'espere que la nouveauté de l'Ouvrage pourra le lui faire agréer, & que s'il est assez heureux pour mériter son approbation, il en sera beaucoup mieux reçû du Public, qui connoît parfaitement le profond sçavoir & le juste discernement de V. A. S. dans tout ce qui concerne les Arts & les Sciences. D'autres qualitez plus essentielles fourniroient abondament dequoi exercer la plume de ceux qui, comme moi, ne sont pas réduits à ne sçavoir manier que le Compas & la Lime, & si je ne m'étends pas d'avantage,* MONSEIGNEUR, *sur vos Eminentes Vertus, ma foiblesse & mon impuissance en sont la seule cause, & non mon zele. Vous me permettrez du moins de donner ici des marques publiques du très-profond respect avec lequel je suis,*

MONSEIGNEUR,

DE VOTRE ALTESSE SE'RE'NISSIME,

Le très-humble & très-obéïssant serviteur,
THIOUT l'ainé.



PRÉFACE.

DE tous les Arts qui ont raport aux Mathematiques, celui de l'Horlogerie est un de ceux qui excite le plus la curiosité des Sçavans, parce qu'il est des plus beaux & des plus utiles. On a cependant si peu travaillé à faire part au Public de ses productions, qu'on ne peut en être entierement satisfait.

Pour en avoir une connoissance plus étenduë, je me suis proposé, dans cet Ouvrage, de donner ce qui pouroit mériter l'attention des Curieux. J'avouë que ce n'est pas une petite entreprise, par la quantité de matieres differentes, par sa difficulté, & par celle de manier également la Plume & la Lime; mais comme je me suis flatté qu'on ne demanderoit à un Artiste que ce qui concerne sa Profession, j'ai crû avoir assez de connoissance dans cet Art pour en donner la plus grande & la plus intéressante partie. Il est même suffisant pour faire entendre cette matiere de faire simplement l'explication de la construction & des effets de chaque Piece; de faire observer les avantages & les défauts qui peuvent en résulter; de donner les noms & les termes de chacune de ces Pieces avec ceux de tous les Outils qui dépendent de l'Art; de décrire la méthode que la plus grande partie des Maîtres pratiquent dans l'exécution de leurs ouvrages; d'aprendre les vrais principes & les regles de l'Art dont ils se servent, fondés sur les loix de la Géometrie, de la Statique & des Méchaniques; & enfin de rendre public les Ouvrages les plus ingénieux & les plus intéressans qui sont venus à ma connoissance.

Voilà en abregé ce que j'ai crû nécessaire & suffisant pour un *Traité d'Horlogerie Méchanique & Pratique*. J'espere que ceux qui seront sans partialité & de bonne foi, trouveront dequoi se satisfaire dans cet Ouvrage. Dans les differentes Pieces qui le composent, je cite le nom des Auteurs, autant que je les ai connu ; le mérite que l'on reconnoîtra dans leurs productions, fera en même tems leur éloge.

J'ai crû pouvoir mettre mon nom sur les Pieces de ma composition, même sur celles que j'ai seulement perfectionnées, en indiquant cependant ce qui étoit de moi, & ce qui n'en étoit point : Il m'a paru naturel que chacun marque ses Ouvrages à son coin ; mais je ne crois pas qu'on puisse m'accuser de m'en être aproprié qui ne soient pas de moi, dans l'un ou l'autre des deux cas ci dessus marqués. Je raporte fidelement ce que j'ai trouvé dans differens Auteurs, qui m'a paru convenir à mon sujet, notamment plusieurs bonnes Définitions que j'ai tiré du *Dictionnaire des Arts*, qui trouveront ici leur vraie place.

S'il arrivoit, ce que je ne prévois pas, que les observations & les remarques que j'ai faites sur differens ouvrages vinssent à déplaire aux Auteurs dont il seroit question, je déclare & je les prie instamment d'être persuadé que je n'ai rien avancé pour leur faire de la peine, ni encore moins pour ternir leur réputation, mais seulement parce que j'ai crû être obligé de le faire pour concourir à la perfection de l'Art. Si j'entre dans certains détails qu'on pourra, peut-être, regarder comme inutils, c'est que j'ai crû qu'il valoit mieux s'étendre un peu plus au long, que de passer légerement sur des Pieces qui m'ont paru mériter quelques attentions particulieres ; je suis même persuadé qu'il pourra encore y avoir quelques personnes, qui trouveront que je ne me suis pas assez expliqué.

Dans la deſcription que j'ai faite des Cadratures de Répetition, j'ai crû qu'il étoit ſuffiſant de détailler la premiere, & de ne parler dans les ſuivantes, que des changemens ou corrections qui y ont été faits; j'en ai agi de même dans les Echapemens; c'eſt pourquoi ſi l'on trouvoit quelque difficulté pour concevoir la Méchanique de ces Machines, on aura recours à la premiere de ces deſcriptions.

Si l'on ſe plaint de ce que j'ai raporté pluſieurs Pieces qui ne ſont point en uſage, j'ai crû avoir pluſieurs raiſons pour le faire. 1°. C'eſt pour que perſonne ne perde ſon tems à les exécuter; ce tems pouvant être employé à des découvertes plus utiles. 2°. Quoique ces Pieces ne ſoient pas bonnes dans leurs principes, elles ne laiſſent pas d'être ingénieuſes, & peuvent procurer des idées pour en former d'autres plus avantageuſes. 3°. Pour faire ceſſer l'ambition des Plagiaires, qui raportent ſouvent des Méchaniques abandonnées, qu'ils débitent comme nouvelles, pour s'acquerir une réputation qu'ils ne méritent point envers le Public, dont ils trompent ainſi la confiance. 4°. Pour faire plaiſir à ceux qui ſont de bonne foi, & qui pouvant avoir les mêmes idées des Anciens, croiroient donner comme nouveau, ce qu'ils ne connoiſſoient pas, & qui a été abandonné. 5°. C'eſt que ſi l'Art de l'Horlogerie eſt parvenu à un ſi haut degré de perfection, on ne peut l'attribuer qu'aux vices des premiers ouvrages qui ont contribué à la correction des ſeconds; ainſi il étoit intéreſſant de connoître la compoſition de ces premiers pour en éviter les défauts dont ils ſont ordinairement accompagnés.

Je ne prétens pas, cependant, que ce Recueil contienne toutes les differentes conſtructions d'ouvrages dont on s'eſt ſervi dans l'Horlogerie; ce me ſeroit une

témérité de l'entreprendre, puiſqu'un ſeul homme ne peut pas tout connoître. Il faudroit pour cela que tous les Horlogers & les Curieux de l'Art qui connoiſſent celles dont je n'ai point fait mention, vouluſſent les donner gratuitement; mais il y a trop de perſonnes qui penſent differemment, & qui prétendent même ſe faire honneur de cacher à la poſterité ce qu'ils ne tiennent ſouvent que du hazard. Il y a encore beaucoup de belles choſes perduës pour être tombées en mains de gens qui n'en connoiſſent pas le mérite, ou qui n'ont pû en faire part au Public, faute d'occaſion fovorable. Ainſi on ne trouvera donc dans ce Recueil, que celles qui ayant été les plus pratiquées, me ſont les mieux connuës; & celles dont les perſonnes zelées pour l'Art, ont bien voulu me faire part.

Si par erreur je ſuis tombé dans quelques fautes, je ſuis prêt à les corriger & à me retracter, ſitôt qu'on me les fera connoître; c'eſt pourquoi je prie ceux qui liront ce Traité de vouloir bien me faire l'honneur de me communiquer leurs obſervations.

*J'Ai reçu trop tard une Détente de Réveil très-ingénieuſe, une Cadrature de Pendule d'Equation, & un Globe Celeſte, nouveau, que je n'ai pû inſerer ici. Ces Ouvrages ont été inventés par le Sr. Jean-Baptiſte Catin, du Fort du Plane en Franche-Comté; & le Globe que l'on trouvera dans le Re*cueil des Machines de l'Académie Royale des Sciences, *a été imaginé par M. l'Abbé Outhier, & executé par le Sr. Catin.*

AVERTISSEMENT.

*Il eſt néceſſaire avant de lire l'Ouvrage, de corriger les principales fautes qui ſe ſont gliſſées dans l'Impreſſion, elles ſont marquées dans l'*Errata.

TABLE

TABLE DES MATIERES

CONTENUES EN CE TRAITE.

TOME PREMIER.

TOME SECOND.

Fin de la Table des Matieres.



TABLE ALPHABETIQUE DES MATIERES

CONTENUES EN CE TRAITE'.

A

B

C

D

E

F

H

L

M

N

O

P

Q

R

Fin de la Table Alphabetique des Matieres.

CATALOGUE

Des Auteurs qui sont cités dans cet Ouvrage.

APPROBATION

APPROBATION DE L'ACADEMIE.

MESSIEURS de Mairan & de Fouchy qui avoient été nommés pour examiner un *Traité d'Horlogerie Méchanique & Pratique*, composé par M. THIOUT l'aîné, Maître Horloger à Paris, dans lequel il décrit dans un grand détail & repreſente avec Figures les differentes conſtructions d'Echapement, des Rouages & des Cadratures differentes qui ont été inventés & pratiqués par les meilleurs Maîtres, pour les Montres, Pendules & Horloges, parmi leſquels il y en a pluſieurs de ſa compoſition, & dans lequel Traité il y a joint differentes regles pour les Echapemens, la forme des dentures, & tous les Outils qui ſont en uſage dans l'Art; en ayant fait leur raport, la Compagnie a jugé que cet Ouvrage étoit fait avec beaucoup d'exactitude & de ſoin, & a crû qu'il ſeroit d'autant mieux reçû du Public, qu'il y a long-tems qu'on en ſouhaite un pareil, & que non-ſeulement les Amateurs de l'Art, mais auſſi pluſieurs Maîtres pourront y puiſer des connoiſſances qui leurs ſeront utiles. En foi dequoi j'ai ſigné le preſent Certificat. A Paris ce 7. Août 1740. FONTENELLE, Secretaire perpetuelle de l'Académie Royale des Sciences.

AUTRE APPROBATION.

J'AY lû par ordre de Monſeigneur le Chancelier un Manuſcrit intitulé *Traité de l'Horlogerie*, dans lequel je n'ai rien trouvé qui ne puiſſe être utile & agréable au Public. Les découvertes & les Ouvrages de l'Art de l'Horlogerie ſont honneur à l'eſprit humain. Cet Ouvrage eſt le Recueil le plus complet que nous ayons en ce genre; on y verra juſqu'à quel point de perfection cet Art a été porté. Fait à Paris ce 5. Novembre 1740.

PITOT.

PRIVILEGE DU ROY.

LOUIS par la grace de Dieu, Roy de France & de Navarre: à nos Amés & feaux Conſeillers les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand Conſeil, Prevôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans Civils, & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra: SALUT. Notre bien Amé le Sieur ANTOINE THIOUT, Maître Horloger à Paris, Horloger ordinaire de notre très-chere Tante la Reine Doüairiere d'Eſpagne, & de notre très-cher Oncle le Duc d'Orleans, premier Prince de notre Sang, Nous ayant fait remontrer qu'il ſouhaiteroit faire imprimer & donner au Public un Manuſcrit qui a pour Titre *Traité d'Horlogerie*, par ledit Sieur Thiout, s'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de Privilege ſur ce néceſſaires, offrant pour cet effet de le faire imprimer en bon papier & beaux caracteres, ſuivant la Feüille imprimée & attachée pour Modele ſous le contre-ſcel des Préſentes,

A CES CAUSES, voulant traiter favorablement ledit Exposant, nous lui avons permis & permettons par ces Présentes de faire imprimer ledit Traité d'Horlogerie en un ou plusieurs Volumes, conjointement ou séparément, & autant de fois que bon lui semblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume pendant le tems de DOUZE ANNÉES consécutives, à compter du jour de la date desdites Présentes. Faisons défenses à toutes sortes de personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient d'en introduire d'Impression Etrangere dans aucun lieu de notre obéïssance; comme aussi à tous Imprimeurs, Libraires, & autres d'imprimer, faire imprimer & vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Traité d'Horlogerie ci-dessus specifié, en tout ni en partie, ni d'en faire aucuns Extraits sous quelque prétexte que ce soit d'augmentation ou correction, changement de Titre, même en feüilles séparées, ou autrement, sans la permission expresse & par écrit dudit Exposant, ou de ceux qui auront droit de lui, à peine de confiscation des Exemplaires contrefaits, de trois mille livres d'amende contre chacun des Contrevenans, dont un tiers à Nous, un tiers à l'Hôtel-Dieu de Paris, l'autre tiers audit Exposant, & de tous dépens, dommages & intérêt; à la charge que ces Présentes seront enregistrées tout au long sur le Registre de la Communauté des Libraires & Imprimeurs de Paris dans trois mois de la date d'icelle; Que l'Impression dudit Traité sera faite dans notre Royaume & non ailleurs: Et que l'Impetrant se conformera en tout aux Réglemens de la Librairie, & notamment à celui du 10. Avril 1725. & qu'avant que de l'exposer en vente, le Manuscrit ou Imprimé qui aura servi de copie à l'impression dudit Livre sera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée ès mains de notre très-cher & féal Chevalier le Sieur Daguesseau Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres, & qu'il en sera ensuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliotheque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, & un dans celle de notredit très-chere & féal Chevalier le Sieur Daguesseau Chancelier de France, Commandeur de nos Ordres, le tout à peine de nullité des Présentes, du contenu desquelles Vous mandons & enjoignons de faire joüir ledit Sieur Exposant, ou ses ayans causes, pleinement & paisiblement, sans souffrir qu'il leur soit fait aucun trouble ou empêchemens. Voulons que la Copie desdites Présentes qui sera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Livre foi soit ajoutée comme à l'Original. Commandons au premier notre Huissier ou Sergent de faire pour l'exécution d'icelles tous Actes requis & nécessaires, sans demander autre Permission, & nonobstant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraire: CAR tel est notre plaisir. DONNÉ à Versailles le treiziéme jour de Janvier l'an de grace mil sept cens quarante-un, & de notre Regne le vingt-sixiéme. Par le Roy en son Conseil, SAINSON.

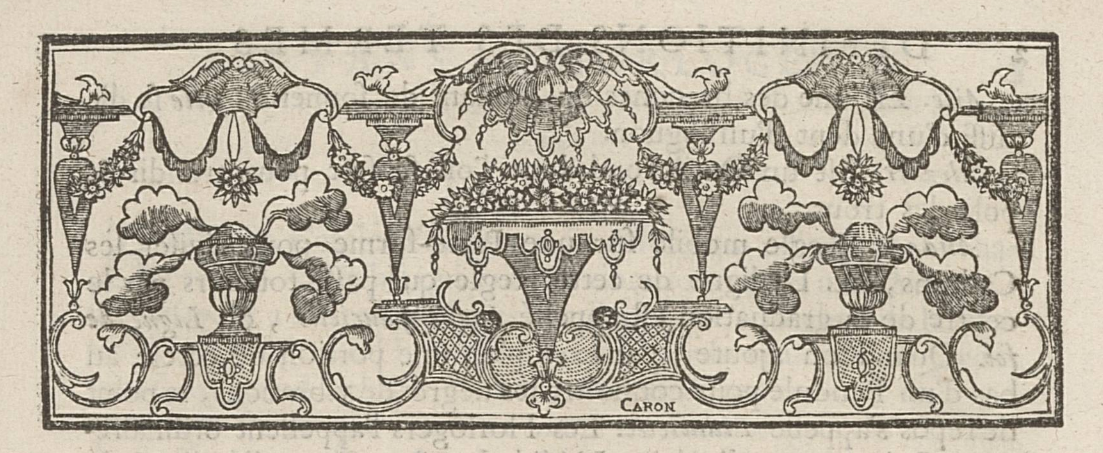
Registré sur le Registre X de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N° 467 fol. 469. conformément au Reglement de 1723. qui fait défenses Art. IV. à toutes personnes de quelque qualité & condition qu'elles soient, autres que les Libraires & Imprimeurs, de vendre, débiter & faire afficher aucuns Livres pour les vendre en leurs noms, soit qu'ils s'en disent les Auteurs ou autrement, & à la charge de fournir à ladite Chambre Royale & Syndicale, huit Exemplaires, prescrit par l'Article 108. du même Reglement. A Paris le 8 Mars 1741. SAUGRAIN, *Syndic.*

DEFINITIONS

Fautes à corriger

Page 6. ligne 11. Cilindre, *lisez* Cylindre.
P. 35. l. 13. est pour, *lisez* est un compas pour.
P. 49. l. 28. *plan*, lisez *Planche.*
P. 66. l. 27. Regnault, *lisez* Regnauld.
P. 68. l. 7. empatement, *lisez* emboëtement.
P. 70. à l'extrêmite, *lisez* à l'extrêmité.
P. 77. l. 24. pointes Tour, *lisez* pointe du Tour.
P. 91. l. 38. des Horlogers, *lisez* des Horloges.
P. 104. l. 6. arts, *lisez* arc.
P. 112. l. 28. Maillet de Morlier, *lisez* Mayet de Morbier.
P. 113. l. 4. dessein, *lisez* dessin.
P. 160. l. 31. le diametre, *lisez* du diametre.
P. 165. l. 35. plus étroites, *lisez* plus courtes. l. 38. large, *lisez* longue.
P. 171. l. 17. largeur, *lisez* longueur.
P. 181. l. 9. la, *lisez* le.
P. 192. l. 31. Cremailliere, *lisez* Cramailler.
P. 196. l. 19. en fera, *lisez* en fera.
Après la page 199. il y a 180. *lisez* 200.
P. 200. l. 18. de coup à la, *lisez* de coup. A la derniere dent le.
P. 215. l. 22. *effacez* & ainsi des autres.
P. 223. l. 13. representíon, *lisez* répetition.
P. 231. l. 10. Chevilles de Cadran, *lisez* Chevilles sur la rouë de Cadran.
P. 258. l. 27. limaçon quatre, *lisez* limaçon 4.
P. 241. l. 6. on la, *lisez* on le.
P. 245. l. 10. est en, *effacez* en.
P. 249. l. 14. éptique, *lisez* éliptique.
P. 262. l. 19. Mairan, *lisez* de Mairan.
P. 266. par-tout où il y a des 6, *lisez* b.
P. 274. l. 30. exempts, *lisez* exemptes.
P. 277. l. 4. le chiffre & le nom, *lisez* les chiffres & les noms.
P. 281. l. 30. de Cadrans, *lisez* des Cadrans.
P. 297. l. 8. fixé, *lisez* fixe. *lisez* S. Pierre sept heures du matin à Quebec, &c.
P. 312. l. 13. six pans sur, *lisez* six pans, *effacez* sur.
P. 314. lette, *lisez* palette.
P. 315. l. 27. de une, *lisez* d'une.
P. 317. l. 15. 63, *lisez* 73.
P. 318. l. 25. jours faut, *lisez* jour il faut.
P. 326. l. 36. ou goupille, *lisez* on goupille.
P. 330. l. 21. plus que, *lisez* plus l'un que l'autre.
P. 334. l. 15. il y moins, *lisez* il y auroit moins. l. 27. parce, *lisez* parce que. l. 30. on, *lisez* en.

P. 345. l. 22. si la, *lisez* si le.
P. 360. l. 19. Echapement, *lisez* l'Echapement.]
P. 363. l. 8. marque O. *lisez* marqué O.
P. 369. l. 10. cette, *lisez* celle.
P. 376. l. 10. il, *lisez* elle.
P. 389. l. 2. marque quand, *lisez* marque.] Quand.
P. 392. l. 20. lers, *lisez* leurs.
P. 393. l. 11. il y a, *lisez* il a.
P. 396. l. 12. négalités, *lisez* inégalités.



DEFINITIONS DES PRINCIPAUX TERMES DE L'ART DE L'HORLOGERIE, ET DE CEUX DES MATHEMATIQUES RELATIFS A CET ART;

Pour servir à l'intelligence de ce Traité.

A

ACCELERATION, terme de Physique; il se dit des Mouvemens dont la vîtesse s'augmente à chaque moment. Le Mouvement *acceleré* est contraire au Mouvement *retardé*.

Acier. C'est une qualité de fer que la nature ou l'art a rafiné de telle sorte, qu'il est de tous les Métaux celui qui est le plus dur. *Acier tiré* est une verge d'Acier passé par une Filliere cannelée, qui la rend propre à faire des Pignons de differens nombres, suivant la Filiere par où il a passé.

Aiguille de Montre. C'est la piece qui marque les heures & les minutes.

Aile. Est une des branches du Vollant de sonnerie ; *Aile* se dit aussi d'une dent d'un Pignon.

Alezoir. Est un Outil rond dont l'on se sert pour arondir & polir les trous.

Alidade. Regle mobile sur une Plate-forme pour diviser les Cadrans, &c. La ligne de cette Regle qui passe toujours par le centre de la graduation est appellé *Ligne fiducielle* , ou *Ligne de foi.* Quand on ajoute , par exemple , une portion de cercle au bas d'un Pendule pour connoître les degrés de vibrations, le point de repos s'appelle *Fiducielle.* Les Horlogers l'appellent ordinairement Point perpendiculaire. L'Alidade est aussi appellée ligne de foi quand elle est fixe.

Angle. Espace enfermé entre le concourt indirect de deux lignes qui se joignent en un point ; les *Angles* se distinguent par degrés suivant le plus ou moins d'ouverture qu'ils ont.

Angulaire. On appelle ainsi les Pieces qui ont la forme d'un Angle.

Anneau. Figure ronde, &c.

Arbre, *Axe*, *Tige* & *Verge* sont des termes synonimes ; on dit Arbre de Barillet, l'Arbre de la seconde Rouë, la tige de la Rouë de minute, de la Rouë de champ , &c. On appelle *Arbre* l'Axe qui a besoin de force pour supporter un gros poids.

Arc. Partie de la circonference d'un cercle moindre que la moitié.

Archet. Est une branche d'acier ou de baleine qui bande une corde à boyau ou un crin pour servir à tourner, percer, &c.

Assiette. C'est tout ce qui supporte quelque chose, comme l'Assiette d'une Rouë est la partie sur laquelle elle est rivée.

Atmosphere. C'est l'air qui environne la terre, & qui a un poids équivalant à environ 28 pouces de Mercure. Ces changemens contribuent à rendre les Vibrations d'un Pendule & d'un Balancier de Montres irregulieres.

Atomes. Sont des petites parties dont l'air est rempli, & qui contribuent à salir les pieces d'Horlogerie, principalement celles qui ne sont pas bien enfermées.

Axiome se dit d'un fait certain, d'une verité incontestable.

B

Balancier. Cercle d'acier ou de cuivre qui eſt mû par l'échapement. C'eſt lui qui fait les vibrations dans une Montre : un *Balancier* a differens uſages, on l'applique à l'Arbre de la Manivelle d'une groſſe Horloge pour faciliter la remonte du poids ; plus il eſt grand, plus il a de force centrifuge.

Barette. Piece que l'on met dans un Barillet près du crochet du Reſſort pour le maintenir joint contre la Virolle ; on attache auſſi des Barettes aux Platines pour noyer les Rouës.

Barillet. Piece qui a la forme d'un Tambour dans lequel on renferme le Reſſort des Montres & Pendules.

Barillet double, celui qui a une Rouë à chaque bout. *Barillet tournant*, celui qui porte une Rouë. *Barillet fixe*, celui qui a une Rouë mobile à ſon centre.

Baſcule dans une groſſe Horloge, eſt un Levier dont un bout donne ſur la Rouë de cheville d'une Sonnerie, & l'autre tire un fil de fer ou de cuivre pour faire lever le Marteau du Timbre, on employe les *Baſcules* en differens uſages. *Baſcules* & *Leviers* ſont ſynonimes.

Bâſe ſe dit generallement de la partie inferieure d'une Piece telle qu'elle ſoit, comme d'un cône, d'un cylindre. Le Rochet d'une Fuſée de Montre eſt fixe à la *Bâſe* de la Fuſée.

Bâtarde ſe dit d'une Lime dont la taille n'eſt ni douce ni rude.

Bâte. C'eſt le cercle d'une Boëte de Montre qui a une Drageoire pour loger la fauſſe Plaque d'un Mouvement à laquelle on fait la petite charniere.

Bâti. On appelle *Bâti* le Chaſſis d'une Machine à fendre les rouës.

Borax. Suc mineral qui découle des Mines & qui ſe congele de lui-même ; le meilleur pour ſouder eſt le jaune, on l'appelle *Chryſocolla* ; il y a auſſi du *Borax* que l'on fait par artifice. Celui que l'on fait paſſer pour être de Veniſe, ſe fait avec de l'Alun de roche, de nitre, &c. on fait calciner le Borax pour qu'il n'enleve pas la ſoudure quand on le fait ſécher trop vîte.

Bras. Piece qui ſe meut ſur le principe du Levier, & d'une Baſcule ; on appelle *Bras* toutes les parties d'une piece qui a un centre. *Bras de Levier* ſont les deux côtés d'une Baſcule ; l'un

est ordinairement plus grand que l'autre ; les deux côtés d'un Fleau de Balance sont appellés *Bras* ; celle d'une Equierre s'appelle *Branche*.

Brunir. C'est donner un poli aux Méteaux ; ce qui se fait avec une Pierre sanguine, ou un Outil d'acier trempé & bien poli. On appelle *Brunissoir* les Outils qui servent à brunir.

Bruxelles. Est un Outil fait en pince pour prendre de petites pieces.

Burin. Outil d'acier trempé qui sert à graver & à couper sur le Tour les Métaux qu'on veut tourner.

C

CAdrature se dit des pieces qui sont placées sous le Cadran des Ouvrages d'Horlogerie.

Cadran. C'est la Piece des Montres & Horloges sur laquelle sont marquées les heures ; on nomme aussi *Cadran* dans les mêmes Horloges les Pieces qui marquent aussi toute autre chose que les heures.

Cadran Universel est celui qui marque l'heure des principaux lieux de la terre.

Cages sont deux Platines avec leurs Pilliers, dans lesquelles sont contenuës les Rouës, Ressorts, Chaînes de Montre, Pendule, &c.

Cage d'Horloge de chambre, de grosse Horloge, quoique faite differemment, n'en contiennent pas moins toute la Méchanique qui est nécessaire.

Calibre. C'est le plan ou le dessin des Pieces qui composent une Montre ou Horloge.

Calibrer. C'est mesurer avec un petit compas fait exprès les dents des Rouës & les aîles des Pignons pour voir si elles sont égales entre elles.

Calotte. C'est une espece de Boëte qui renferme le Mouvement d'une Montre pour le garantir de la poussiere.

Canal. On appelle de ce nom tout ce qui est creusé pour y loger quelque chose.

Canon se dit de tout ce qui est creux interieurement.

Carillon. Horloge qui sonne differens airs.

Centre. C'est proprement le Point qui dans un cercle est égale-

ment éloigné de tous les points de la circonference. *Centre* commun de pesanteur est le point d'un Levier, autour duquel deux poids attachés à ce Levier demeurent en équilibre.

Centre de gravité. Le point ou un corps suspendu seroit en équilibre de tous côtés.

Centre de mouvement. Le point autour duquel se fait un mouvement circulaire.

Centre de mouvement réciproque est la même chose.

Centre d'équilibre forcé, est le point ou un corps placé entre deux Ressorts bandés, lesquels font un effort égal pour se dilater en directions opposées & est par cela même retenu en équilibre, étant sollicité ou pressé de part & d'autre par deux forces égales & opposées. Le *Centre* d'équilibre oisif est le Point où un Corps se trouve entre deux Ressorts lâches ou débandés, ensorte qu'il demeure en équilibre, ou plûtôt en repos par cela seul qu'il n'est point pressé ni d'un côté, ni de l'autre. Le centre d'Oscillation d'un Pendule est plus haut que celui de la Lentille, en raison de la pesanteur de la Verge.

Centrifuge. Voyez *Balancier.*

Cercle. Figure ronde comprise sous une seule ligne qui a un Point au milieu appellé Centre.

Chaîne. Celle qui sert à la Fusée est faite de petits Maillons à peu-près ovales ; l'Outil qui les fait coupe & perce chaque Maillon d'un coup de Marteau.

Chalumeau. Est un Tuyau courbé par le petit bout, dont on se sert pour souder à la Lampe.

Chanfrein. Se dit d'une piece dont on abbat les quarts. *Chanfreindre* ou ébiseler un trou avec une Fraise, c'est le faire en cône.

Champ. Rouës dont les dentures sont paralleles à leurs tiges s'appellent *Rouës de Champs.* Celle qui fait l'échapement qui a la même forme s'appelle *Rouë de Rencontre.*

Châpe. C'est la monture d'une ou plusieurs Poulies.

Chapeau. Est une Piece faite en cône dont la bâse couvre, par exemple, une Rouë que l'on veut serrer sur un des Arbres d'une Machine à fendre, le sommet du Chapeau entre dans un petit trou fait au bout d'une vis qui le sert fortement contre la Rouë.

Chaperon. Est une Plaque ronde placée, par exemple, sur le

Pivot d'une Rouë de cheville de Sonnerie des quarts, pour faire lever le Détentillon de la Sonnerie des heures par le moyen d'une cheville. *Chaperon* se dit de plusieurs cercles qui servent à differens usages.

Chaussée. Est le Canon sur lequel l'Aiguille des minutes d'une Montre est placé.

Choc. Est l'effort qu'un corps fait contre un autre en le rencontrant. Voyez *les Traités de Statique*.

Chute. Terme dont on se sert pour expliquer les effets d'un engrenage. *Chute* est synonime avec *Choc*.

Cilindre. Est un corps rond & d'égale grosseur. La corde d'une grosse Horloge s'enveloppe sur un Cilindre de bois qu'on appelle *Rouleau*.

Cisaille. Outil pour couper du cuivre, &c.

Clavette. Espece de Coin pour arrêter les Tenons, Montants, Pilliers, &c. d'une grosse Horloge.

Clef, ou *Pas-d'Asne*. C'est une Piece qui tient une grande Rouë jointe contre un des bouts d'un cilindre d'une Pendule à Secondes, ou une Rouë de Cadran contre son canon pour qu'elle soit ferme à tourner.

Cliquet. Piece qui retient le Rochet & le Ressort bandé dans un Barillet de Pendule ou de Montre.

Cocq. Est un support à divers usages. Le Cocq d'une Montre soutient & couvre le Balancier.

Cœur. Piece de cette forme placée sur l'Arbre de la seconde Rouë d'une grosse Horloge pour faire dégager le Pied-de-Biche de la Détente de Sonnerie.

Compas. Instrument dont on se sert pour tracer des cercles, pour diviser, &c. *Compas droit* sert pour couper des Plaques.

Compas courbe. Sert pour mesurer un corps rond. *Compas de réduction*, celui qui ayant deux branches croisées, & mouvant sur un centre fixe, forme quatre jambes ; les deux petites sont opposées aux deux grandes ; ce Compas sert pour réduire ou augmenter, par exemple, les Pieces d'une Cadrature, & à plusieurs autres operations. *Compas de proportion*, est composé de deux Branches plates & mobiles dans une charniere ; par le moyen de deux lignes divisées à volonté en parties égales, on a par son moyen les grosseurs des Pignons, la Rouë étant donnée, ou la grandeur de la Rouë si le Pignon est donné, & on a l'un &

l'autre par le moyen de ce Compas quand les deux points sont donnés. Cet Outil donne aussi divers usages, comme de résoudre plusieurs Operations Géometriques, Astronomiques, &c. de sorte que tous ces usages contiennent un Traité particulier.

Compteur. Nom que les Horlogers en gros donnent à la détente d'une Sonnerie qui entre dans les entailles de la Rouë de compte.

Conduites de Cadran. Tringles qui portent des Molettes & qui engrennent les unes dans les autres à Angle droit, ou obtus, pour faire marquer l'heure au Cadran éloigné de l'Horloge ; il y a des conduites faites avec des Genoux ; elles sont meilleures quand les tringles sont placées à angle obtus.

Cône. C'est une figure faite en piramide, la Fusée d'une Montre est formée en *Cône*, le grand diametre est la bâse, & le petit en est le sommet, un cilindre plus gros d'un bout que de l'autre a une forme *Cônique.*

Convexe. Est la rondeur & la hauteur, par exemple, d'un cristal de Montre, & le concave est le dedans ; on dit que le cristal n'a pas assez de concavité quand il touche au canon de l'Aiguille des minutes ; on pourroit dire aussi de *Convexité*, ayant égard à son épaisseur.

Corde-sans fin. C'est une Corde dont les deux bouts sont cousus ensemble, & dans laquelle on renferme quatre poulies quand on l'applique à une Pendule à Secondes. Cette Corde a la proprieté de ne point faire perdre de temps au Mouvement quand on remonte le poids.

Corps. C'est tout ce qui a une étenduë en longueur, largeur & profondeur. *Corps flexible à Ressort*, celui qui a changé de figure par le choc qu'il reçoit d'un autre corps, reprend de soi-même sa premiere figure. *Corps flexible sans Ressorts*, est celui qui conserve sa premiere figure.

Coulan d'un Tour, est la Piece qui fixe le support ; le Coulan d'une Machine à fendre fixe la Fraize.

Coulisse. Demi-cercle sous lequel le Rateau du Ressort spiral se peut mouvoir.

Courbe. C'est tout ce qui n'est pas en ligne droite, ou qui n'a pas une surface bien unie. La *Courbe* d'une Pendule d'Equation est une Piece en forme d'Ellipse, qui rentre deux fois sur elle-même.

Coussin ou *Coussinet*. Piece tarraudée qui fait moitié de la Filliere double.

Cramailler. Est un Rateau denté en Rochet qu'on employe à certaine Méchanique, comme à des Cadratures de Répetition.

Craponne. Lime batarde faite dans une Ville de ce nom.

Craque. Terme pour dire qu'un Ressort commence à se casser.

Critique. Moment où les Limaçons d'une Répetition changent de situation ; s'ils ont quelques défauts & que l'on pousse la Répetition au moment du changement, la Répetition mécomptera ; c'est pourquoi une partie se meut par sault pour éviter le moment critique.

Crochet. Il y a differentes sortes de Crochets employés dans presque toutes les Pieces composées.

Croisée. Rayons qui maintiennent le centre d'une Rouë.

Cycloïde. Voyez *le Traité des Echapemens*,

D

DEclicter un Rochet, c'est lever le *Cliquet*. On dit *Enclictage* quand on parle d'un Rochet, d'un Cliquet, & de son Ressort qui agissent ensemble.

Delai. Ce terme a deux significations dans l'Horlogerie ; dans les Rouages de Sonnerie c'est le dernier Pignon, qui est ainsi nommé parce qu'il sert à ralentir la vîtesse de la Sonnerie. On appelle aussi *Delai* l'espace de tems qu'il y a depuis que la cheville de la Rouë d'Etoteau se repose sur le Détentillon jusqu'à ce que la Sonnerie parte. Cet intervalle est dans toutes les Sonneries, excepté celles qui ont des Détentes à foüet.

Dent. Se dit de differentes choses. La même partie dans un Pignon se nomme Aile.

Détente. Il y en a de plusieurs formes. Leurs usages sont de faire détendre les Sonneries.

Détentillon. C'est la partie qui est élevée par les chevilles de la Rouë de Minutes.

Direction. On dit *ligne de Direction*, quand un corps se meut ou fait effort pour se mouvoir vers un certain côté. En general toutes lignes par lesquelles un corps agit, soit en tirant, soit en poussant, &c. s'appellent *lignes de Directions*.

Doigt de la Piece des quarts d'une Répetition, est un bras pointu qui entre dans les chevilles pour regler le nombre des quarts.

Dos-d'âne. Corps ayant deux surfaces inclinées l'une vers l'autre, & qui forment un angle.

Dossier. Ce sont les deux Plaques qui tiennent une Lime droite pour regler la profondeur d'une denture.

Drageoire. Rainure qui tient, par exemple, le cristal d'une Montre, le couvercle d'un Barillet, &c.

Drille. Outil qui porte un Foret pour percer certaine Piece pesante, comme Boëte de Pendule de cuivre, &c.

E

EBiseler, voyez *Chanfrein.*

Equarissoirs. Verge d'acier trempé à 4. 5. ou 6. pans pour agrandir ou croître des trous.

Echapement. Voyez l'article des *Echapemens.*

Ecrou. Piece quarrée ou à pans percée & tarraudée, dans laquelle entre une vis; c'est aussi un Ecrou que l'on tourne pour hausser & baisser la Lentille d'un Pendule.

Ecroüir. C'est forger du Leton pour le rendre dur & roide, parce que cela resserre les pores.

Eflanquer. On dit eflanquer un Pignon pour dire le vuider.

Egaler un Pignon, une denture de Rouë. C'est en rendre les dents égales.

Elastique. Qualité ou vertu d'un corps qui fait ressort tel que principalement l'acier trempé.

Ellipse. Ovale ou ligne qui se forme de la section d'un cône droit, par un plan non parallele à sa bâse. Ellipse est à peu-près la forme d'une courbe de Pendule d'Equation.

Embase. C'est une assiette qui se réserve sur l'Arbre d'une grande Rouë en le forgeant. *Assiette* & *embase*, sont synonimes. Toutes les deux sont pour retenir une Rouë fixe sur son Arbre par le moyen d'une Clavette ou d'une Rénure.

Embichetage. Terme dont on se sert pour déterminer la grandeur de la Platine de dessus d'une Montre, afin qu'elle ne touche pas à la Boëte quand on ouvre ou qu'on ferme le Mouvement.

Enclictage. Voyez *Déclicter.*

Engrenner. C'eſt l'effet de la dent d'une Rouë qui entre dans l'aîle d'un Pignon.

Epicicle. Petit cercle qui ſe meut dans un autre cercle excentrique qui le fait mouvoir.

Equation. C'eſt la difference du temps vrai au temps moyen, ou la variation apparente du Soleil par rapport à l'heure égale de la Pendule. Voyez *les Tables d'Equations qui ſont dans le Livre de la connoiſſance des Temps*, ou *celle qui eſt dans ce Traité.*

Equerre. Outil dont on ſe ſert pour mettre les ouvrages à angle droit.

Equilibre. Se dit d'un poids qui en égale un autre.

Eſſieu ou *Axe*, ſont ſynonimes. Voyez *Arbre.*

Etemper. Se dit quand on chaſſe un quarré dans un trou pour l'équarir, &c. C'eſt en général faire prendre à une Piece la figure d'une autre ; c'eſt pourquoi on dit auſſi étemper une Rouë de champ ou de rencontre lorſqu'on releve le champ avec un tas d'acier.

Etoile en matiere d'Horlogerie ; il y en a de pluſieurs nombre & forme. L'Etoile d'un Limaçon de Répetition eſt une Rouë plate diviſée en douze, dont les dents ſe terminent en pointes.

Etoteau. Petite Cheville qui ſe meut ſur une Rouë de Sonnerie pour l'arrêter & faire le délai, & laquelle Rouë on appelle Rouë d'Etoteau.

Etrier. C'eſt un eſpece de Pont dont les pieds ſont paralleles.

Excentrique. Cercle qui a un autre centre que celui où il eſt renfermé. On fait marquer les Secondes ſur un Cadran Excentrique, quand on parle de la diſtance qu'il y a entre les deux centres qui ne ſont point concentriques. On dit *l'Excentricité*, &c.

Eucurſion ſignifie cours, ou courſe.

Extrême. Terme de Géometrie. Il y a toujours deux Extrêmes dans les Experiences que l'on fait qui ſont le commencement & la fin ; le milieu s'appelle moyen.

F

FIducielle. Voyez *Alidade.*

Figur. Forme exterieure d'une choſe materielle.

Filet, ou *Pas de Vis*, ſont tournés ſprallement autour d'un cilindre.

Filliere. Plaque d'acier trempé, où il y a des trous de plusieurs grosseurs tarraudés pour faire des vis.

Fixe. C'est tout ce qui est arrêté. Fixer un poids, une Rouë, &c. c'est les river ou arrêter autrement.

Fleuron. Partie d'un ornement, ou le Fleuron d'une Aiguille, &c.

Foliot. Nom ancien de la Piece qui tenoit lieu de celle que l'on nomme aujourd'hui Balancier.

Force, signifie ici *puissance*, *forces mouvantes*, c'est la même chose que *puissance*; on ne peut augmenter la force mouvante qu'en lui donnant plus de vîtesse. Ce que l'on gagne en temps on le perd en force; c'est-là le principe de toute la Méchanique.

Forer. C'est percer un trou avec un Foret.

Fourchette. Piece attachée à la verge des Palettes d'un Echapement de Pendule.

Fraise. Lime ronde qui s'applique à la Machine à fendre les Roüës; il y a des Fraises de plusieurs formes & figures.

Friser. En terme d'Horlogerie, c'est ôter la petite pointe des dents des Roüës.

Frottement. On ne sçauroit faire mouvoir une seule Piece qu'il n'y ait des frottemens. Toutes celles qui se meuvent & qui font mouvoir sur le principe du levier ont moins de frottemens que celles qui se meuvent par des plans inclinés.

Fuseau. Dent d'une Lenterne d'une grosse Horloge.

Fusée. Piece d'une forme conique sur laquelle s'enveloppe une chaîne pour tirer le Mouvement d'une Montre, d'une Pendule, &c.

G

G*Arde-Chaîne*. C'est l'arrêt du Crochet d'une Fusée pour empêcher que la Chaîne ne casse.

Generation. Se dit de la formation des lignes courbes produites par le mouvement de quelques autres lignes, soit droites ou courbes. *La Generation de la Cycloïde*, de la *Spirale*, &c. On n'a d'ordinaire les lignes courbes que par des mouvemens composés que l'on imagine dans d'autres lignes.

Generatrice. On dit aussi *Generation* du Cône, du Cilindre, &c. c'est-à-dire, la formation ou production de ces corps par de certains mouvemens de lignes.

Genou. C'est un Globe serré entre deux Plaques concaves qui peut servir aussi pour suspendre une Horloge dans un Vaisseau ; on s'en sert encore pour faire mouvoir les Aiguilles de Cadran de grosses Horloges.

Globe. Est une boule ronde & égale de diametre de tous côtés.

Gorge. Est une espece de moulure concave.

Goupille. Petite pointe en forme de clavette pour arrêter, par exemple, la Cage d'une Montre, & beaucoup d'autres Pieces.

Goute. Petite Plaque ronde convexe d'un côté & un peu concave de l'autre ; on l'appelle quelque fois *Goute de Suif.*

Graduer. C'est diviser un cercle en autant de parties que l'on a besoin.

Grain-d'Orge. Figure d'un Angle pointu dont la bâse est arrondie ; il y a des suspensions de Pendule à Grain-d'Orge, autrement dit à Couteau, Lime à Grain-d'Orge, &c.

Gratte-Boisse. Outil dont les doreurs se servent pour éclaircir la dorure.

Gravité. Poids, impression que fait un corps pesant sur un plus léger. On appelle en terme de Méchanique *Centre de Gravité* le poids qui le divise en deux parties d'une égale pesanteur, en sorte que si ce centre étoit suspendu il resteroit en équilibre.

Guide. Est un Outil qui sert à conduire un Foret pour percer droit les Platines de Montres & de Pendules.

H

HElice. C'est la forme d'une vis qui tourne autour d'un Cilindre.

Horizontale. C'est tout ce qui est posé de niveau ; le Balancier d'une Montre est horizontal, quand elle est posée sur une table, & quand elle est accrochée, il est vertical.

Hypomochion. Terme de Méchanique, point qui soutient le Levier, & sur lequel il fait son effort quand on le baisse ou quand on le leve.

I

JAmbe. Moitié d'un Compas, &c.

Jeu. Pour dire qu'une Piece a la liberté qu'elle doit avoir.

Incidence. Chûte d'une ligne, d'un rayon ou d'un corps sur

un autre. *L'Incidence* d'une ligne oblique en fait une aigue & l'autre obtus.

Incliné. Inclinaison d'une ligne droite à un plan, & l'angle aigu de deux lignes droites tirées dans chaque plan par un même point de leurs sections. On dit plan incliné celui qui n'est pas posé horizontalement. On dit en Horlogerie plan incliné, ou talus, toutes sortes de parties plates dont la direction ne tend pas au centre de la Piece muë.

Index. Petite Aiguille fixe qui marque sur un cercle mobile les divisions qui y sont gravées.

Intersection. Point où deux lignes se coupent l'une l'autre.

Isochrone signifie égale. Les Vibrations du Pendule simple passent pour être Isochrones.

L

LAME se dit de plusieurs Plaques de Métal foibles & longues. On dit Lame d'un Ressort de Pendule, de Montre, &c.

Lanterne. Est une petite Rouë placée au centre d'une grande; elle tient lieu de Pignon dans les grosses Horloges. Les Lanternes sont composées de Fuseaux ronds cilindriques, montés & rivés entre deux Plaques paralleles. Il seroit à souhaiter que l'on pût exécuter les Lanternes en petit avec autant d'égalité & de facilité que l'on fait les pignons pour s'en servir dans les Montres; mais l'execution en est trop difficile, on doit former les Aîles des Pignons en général autant qu'il sera possible sur la forme d'une Lanterne, quoiqu'en puisse dire les Partisans du sentiment contraire.

Lardon. Piece longue que l'on met à coulisse. La queuë d'aronde que l'on met au nez & au tallon de potence de Montre, s'appelle aussi *Coulisse* ou *Lardon*.

Lentille. En parlant du Pendule c'est un corps pesant de figure ronde & lentigulaire, qui se termine à angle aigu. On met des Lentilles aux Pendules à Secondes de toutes pesanteurs & diametre. L'ordinaire est d'environ trois ou quatre livres. On en a fait qui pesoient jusqu'à cinquante. Leurs vrayes pesanteurs n'est pas encore determinée.

Levée. Est un petit Levier mobile placé sur la tige d'un Marteau de Répetition; on l'appelle aussi *Echapement*.

Levier. Verge ou Barre que l'on suppose inflexible & sans

pesanteur, étant apuyée sur un point, de sorte qu'il soit, si l'on veut, horizontal. Si d'un côté de ce point l'on aplique le poids & de l'autre la puissance, il est clair que si le poids l'emporte sur la puissance, ou la puissance sur le poids, ils feront mouvoir le Levier.

Liant. Quand on parle d'un Ressort qui est doux & qui n'a point de frottement, on dit qu'il est bien liant.

Ligne en Géometrie, longueur sans largeur & sans épaisseur, qui va d'un point à un autre. Ligne de direction est celle qui passe par le centre d'un Levier & par le point où il fait effort: on ne peut calculer la force des Leviers coudés qu'en faisant ou supposant une Ligne de direction du centre au point où il fait effort. Il faut voir là-dessus les Livres qui traitent des Méchaniques. On dit *Ligne des deux centres* celle qui va d'un centre à l'autre.

Limaçon. Est un cercle tourné spiralement & divisé en douze degrés pour regler les coups de marteau d'une Répetition. Le *Limaçon* des quarts est partagé en quatre degrés.

Limbe. C'est le bord d'une Rouë plate.

Lime. Voyez *Lime* dans le *Traité des Outils*.

Loupe. Verre convexe, c'est-à-dire, plus épais au milieu que vers les bords. Il grossit les objets, on s'en sert pour découvrir les petites parties des choses qu'on travaille.

Lunette. En Horlogerie c'est le couvercle d'une Boëte de Montre dans laquelle on met le Cristal. Il y a des Outils de Tours qu'on appelle aussi *Lunettes*.

M

MAchine. On appelle *Machine* un composé de plusieurs Pieces pour servir à augmenter la force ou la puissance, pour mouvoir ou pour arrêter un poids: l'arrêter, c'est le mettre en équilibre; le mouvoir c'est l'emporter sur lui. On appelle *Poids* tout ce que l'on regarde comme devant être mû ou arrêté, *force* ou *puissance* tout ce qui doit agir pour produire cet effet, & *Machine*, tout ce qui donne à la force ou puissance plus d'avantage pour agir qu'elle n'en a par elle-même. Comme le mouvement se mesure par le produit de la masse & de la vîtesse des corps, & que deux corps dont les masses sont inégales ont

des mouvemens égaux, si la vîtesse du plus petit récompense précisement la masse, il s'ensuit que la masse d'une petite force ne pouvant être augmentée, il n'y a que sa vîtesse qui puisse l'être, & que c'est-là le seul moyen de la rendre égale ou superieure à un poids qui auroit dû l'emporter par sa masse. Toutes les Machines n'ont donc pour but que de disposer & de placer la puissance & le poids, en sorte que dans leurs mouvemens qui sont toujours opposés, la vîtesse de la force soit plus grande que celle du poids que l'on suppose toujours plus grand par sa masse: Ainsi dans le même temps que le poids ne parcourt qu'un petit espace, la puissance est obligée d'en parcourir un grand, & ce désavantage de la puissance a fait dire à tous les Méchaniciens, *que ce que l'on gagne en force on le perd en espace & en tems.*

Il y a plusieurs Machines simples telles que le Levier, le plan incliné, la Roüe avec son Arbre, la vis & la poulie.

Les Machines composées sont faites des Machines simples differemment combinées ensemble.

Toutes les Pieces d'Horlogerie sont des Machines plus ou moins composées.

Maillon. Petite Piece d'une forme ovale percée de deux trous pour faire des Chaînes de Montres.

Main. Est une Piece que l'on employe quelque fois dans les Répetitions. Elle est divisée en quatre doigts; quoique son usage soit fort bon on ne s'en sert à present que dans certain cas.

Mandrin. Est un Outil qui donne sa forme à un trou, dans lequel on le fait entrer.

Manivelle. Est un Levier placé au bout d'un Arbre à angle droit, l'autre bout de ce Levier porte un manche parallele à l'Arbre, par lequel on fait tourner plusieurs choses.

Marteau. Outil. Voyez *la Planche* I.

Marteau d'Horloge, celui qui frappe sur le Timbre.

Méchanique. Art de composer toutes sortes de Machines mouvantes. On dit la *Méchanique* d'une Machine pour dire l'effet des Pieces qui la composent. La *Méchanique* de cette Machine est simple pour dire qu'il y a peu de Pieces, & que leurs effets sont naturels, solides, & ont peu de frottemens. On appelle *Méchanicien* un Sçavant Géometre qui sçait l'art & le calcul des forces mouvantes.

Microscope. Sorte de Lunette, qui grossissant les objets extraor-

dinairement, fait découvrir les moindres parties des plus petits corps de la nature. On s'en sert pour s'assurer du poli & de la forme cilindrique des pivots, &c.

Mixte. Terme de Physique. Corps Mixte, c'est-à-dire, composé de plusieurs autres sortes de corps. Pendule mixte, celui qui est adapté à un Mouvement, & Pendule simple est celui qui est seul.

Mobile. Est tout ce qui a du mouvement.

Mobile à frottement. Est une Piece qui tient sur une Plaque avec un Contre-Ressort qui ne peut tourner qu'à force. Il y a plusieurs Pieces qui se meuvent sur ce principe, & qui sont exécutées differemment.

Mollette. Est une petite Rouë qu'on employe aux conduites des Cadrans des grosses Horloges.

Montant. Sont les barres de fer ou de cuivre qui font partie de la Cage des grosses & des moyennes Horloges à poids, dans lesquelles roulent les Pivots des Rouës.

Montre. Machine ou petite Horloge portative qui marque l'heure, les minutes & les secondes quand on veut. J'en ai fait qui sonnent d'elles-mêmes l'heure, & les quarts, qui répetent l'heure à chaque quart d'elles-mêmes & qui sont à Répetition à l'ordinaire; elles ont de plus la proprieté que le Ressort est remonté à chaque fois que l'on pousse la répetition, elles marquent les secondes concentriquement. Ces Montres s'appellent *Horloges à trois parties.* L'Art de faire des Montres est si perfectionné, qu'on leur fait faire quantité d'effets surprenans & par des voyes & des Méchaniques toutes differentes qui tendent néanmoins au même but; mais les unes sont plus simples & plus solides que les autres.

On a vû anciennement des Montres si petites, qu'elles étoient renfermées dans des chatons de Bagues & des pendans d'oreilles de femme.

Mortoise. Est un trou long & quarré par les deux bouts, qui sert pour l'assemblage des grosses Horloges, dans lesquelles mortoises on met des Clavettes.

Moufle. Sont plusieurs Poulies qu'on employe pour lever aisément des fardeaux; elles servent dans l'Horlogerie pour multiplier le tems *de la remonte* d'une Pendule.

Mouvement. Terme de Physique; action par laquelle un corps

est

est mû : Il y a quatre choses à considerer dans le mouvement ; la masse du corps qui est mû, l'espace qu'il parcourt, le temps qu'il employe à le parcourir, & le côté vers lequel il se meut.

Plus la masse du corps mû est grande, plus il faut de force pour le mouvoir. Le rapport de l'espace que le corps parcourt au tems qu'il employe s'appelle *vîtesse*. Pour mouvoir un corps plus vîte il faut plus de force que pour le mouvoir lentement.

Il est évident qu'il faut la même force pour mouvoir un corps avec deux degrés de vîtesse, que pour mouvoir le double de ce corps avec un degré, d'où il suit que la force est égale dans deux corps inégaux, si le plus petit va plus vîte à proportion de ce qu'il est plus petit & que dans deux corps qui vont également vîte ; si le plus lent est plus grand à proportion de ce qu'il est plus lent, la force est encore égale.

Le principe général est donc que quelles que soient les masses & les vîtesses de deux corps, si le produit de la masse de l'un par sa vîtesse est égal au produit de l'autre, leurs forces sont égales, & ces forces s'appellent aussi leurs *quantités de mouvemens*.

Si ces corps sont tellement situés que leurs mouvemens soient opposés, alors comme leurs forces, ou quantités de mouvemens sont égales, ils ne pourront agir l'un contre l'autre, & demeureront en *équilibre*.

L'Equilibre se fait donc entre deux corps, quelques inégaux qu'ils soient, toutes les fois qu'il arrive que le grand ne pourroit se mouvoir, sans obliger le petit à se mouvoir d'une vîtesse qui récompenseroit la petitesse de sa masse.

Le rapport qu'a le mouvement d'un corps au côté vers lequel il se fait, est la détermination de ce *mouvement* ; ce qui fait qu'un corps va ou de haut en bas, ou de bas en haut, ou de droit à gauche, &c. & sa détermination quand il rencontre un autre corps qui s'oppose à son passage & qu'il ne peut ébranler, il faut nécessairement que sa détermination change & qu'il en prenne une contraire : c'est ce qui arrive en toute réflection quand un corps reçoit du mouvement de deux forces qui tendent à lui donner des déterminations differentes. Comme il ne peut suivre absolument ni l'un ni l'autre, il prend une ligne moyenne entre les deux déterminations, comme si l'une des forces tend à lui faire décrire un côté d'un parallelograme, & l'autre force l'autre côté, le corps décrira la diagonale. Ce mouvement

s'appelle *composé*, auquel on oppose le *simple* que l'on conçoit comme fait selon une seule détermination.

Le mouvement composé varie en une infinité de manieres & se fait tantôt par des lignes droites, tantôt par des courbes, & par une infinité de courbes differentes, selon que les mouvemens simples dont il est composé se font par des lignes droites ou courbes, & sont *uniformes* ou accelerés, ou retardés.

Les corps qui se rencontrent se communiquent du mouvement suivant de certaines proportions que les Philosophes tâchent de découvrir ; ce sont ces proportions qu'on appelle *Regle du mouvement*, ou *Loix de la communication du mouvement*.

Mouvement local. Est le changement de place d'un corps d'un lieu à un autre par un flux continuel.

Moyen. Ce qui tient le milieu de quelque chose. On employe la force moyenne en plusieurs occasions. Les Cadratures anciennes qui avoient des détentes à foüet étoient sujettes à manquer, si la force moyenne des Ressorts n'étoit pas bien proportionnée ; ce qui étoit un mauvais principe.

N

NEZ. Voyez *Potence*.

Niveau. Instrument qui sert à tirer ou à déterminer des lignes parfaitement horizontales.

Nombre. Se dit de la quantité de dents donnée à chaque Rouë d'une Horloge pour qu'elle fasse les révolutions qu'on demande. On dit *Nombre rentrant* quand le nombre du Pignon est partie aliquote du nombre de la Rouë dans laquelle il engrenne.

O

OBlique. Ligne qui n'est pas à plomb, qui ne fait pas des angles droits. Ligne oblique s'oppose à ligne perpendiculaire. Toute ligne droite qui est oblique sur une autre fait un angle obtus d'un côté & un aigu de l'autre. La perpendiculaire en fait deux droits égaux.

Obtus. Angle qui a plus de 90 degrés. Tout Levier qui est mû par un plan incliné dont la puissance est rentrante, est appellé *Talus*, ou angle *Obtus*, & ceux qui sont mûs par une puissance

fuyante sont appellés *aigus* ou *plan incliné*; par exemple, le plus grand bras de l'anchre d'un Echapement porte un *Talus*, & l'autre bras un *Plan incliné*; mais généralement parlant plan incliné & Talus sont synonimes.

Oeil. Se dit du trou que l'on fait à chaque bout d'un Ressort de Barillet, dont l'un tient au crochet de l'Arbre, & l'autre à celui de la Virolle.

Orbe. Corps spherique qui est contenu sous deux superficies, l'une convexe, & l'autre concave.

Oreille d'un Cocq. Ce sont les deux pieds qui portent à plat sur la Platine pour y être fixés avec deux vis.

Ortogonale. Se dit d'une ligne qui tombe à angle droit sur une autre, & on dit ortogonallement pour dire à plomb à angle droit.

Oscillation. On prend le point d'Oscillation d'un Pendule, plus haut que le centre de la Lentille, à cause de la pesanteur de la verge. Plus elle est pesante, plus le centre d'Oscillation monte.

Ovale. Curviligne plus longue d'un côté que de l'autre par l'inégalité de ces deux principaux diametres. *Ovale* est la même chose qu'*Ellipse*.

Oxigone. Se dit des triangles dont les trois angles sont aigus.

P

PAlette d'une Verge de Balancier. Ce sont les parties de Levier qui engrennent dans la Rouë de Rencontre. On dit improprement *Largeur des Palettes*, ce qui est longueur, puisqu'elles sont formées du principe du Levier; ce sont donc de petits Leviers plus longs les uns que les autres, selon la distance des dents de la Rouë de Rencontre.

Pane de Marteau, est le côté le plus mince.

Paradoxe. Veut dire sentiment contraire à l'opinion commune.

Parallele. Se dit des lignes également éloignées entre elles & qui ne se toucheroient jamais quand on les prolongeroit à l'infini.

Parallelograme. Figure Plane terminée par quatre lignes droites paralleles.

Parallelepipede. Corps solide enfermé par plusieurs faces paralleles.

Parois. Se dit du côté d'un trou où le Pivot frotte.

Pendant. Eſt le Bouton d'une Boëte de Montre.

Pendillon & *Fourchette* ſont ſynonimes. C'eſt une Verge rivée avec la tige de l'Echapement pour communiquer le mouvement au Pendule & le maintenir en vibration ; ce qui a ſans doute fait donner deux noms à cette Piece, c'eſt que le *Pendillon* porte une broche qui entre dans une ouverture faite au plat de la Verge du Pendule, & *Fourchette* c'eſt effectivement une Fourchette qui tient lieu de la broche dans laquelle paſſe la Verge du Pendule.

Pendule. Eſt une Verge de differente longueur que l'on ſuſpend aux Horloges pour regler leur mouvement. Elles ont des poids placés à un de leurs bouts qu'on appelle *Lentille.* Pendule ſimple c'eſt celui qui étant ſuſpendu, continuë ſes vibrations ſans aucun ſecours étranger. J'en ai fait un qui alloit juſqu'à environ 14 heures. Un tel Pendule doit avoir 3 pieds 8 lignes environ 6 points ; ſes vibrations ſont d'une ſeconde. Avant l'uſage de nos Pendules à Secondes, le Pendule ſimple étoit utile pour les obſervations. A preſent on s'en ſert pour déterminer la vraye longueur du Pendule à Paris & dans les differens endroits du monde ; ce qui a rapport à l'Aſtronomie & à la Géographie.

Pendule mixte. C'eſt celui qui eſt maintenu en vibration par un Rouage. Ce Pendule n'eſt pas toujours ſûr de battre les Secondes avec la longueur du ſimple. Il le faut quelquefois plus long ou plus court, ſelon la nature de ſon échapement ; ce qui dépend de la bonne ou mauvaiſe qualité du Rouage, de la peſanteur de la Verge, de la Lentille, & de la force motrice.

Pendule inflexible. Eſt celui qui eſt fixé ſur la Verge de Palette de l'Echapement.

Percuſſion ou *choc des corps.* Impreſſion d'un corps qui frappe ou qui tombe ſur un autre. Il y a un *Traité de la percuſſion des Corps par M. Mariotte, de l'Académie Royale des Sciences.* Il ſe vend ruë S. Jacques à l'Image S. Paul.

Perimetre. Circuit, contour d'une figure, ſommes de toutes les lignes qui la terminent.

Peripherie. Se dit de la circonference ou le tour d'un cercle, d'un ellipſe, &c. ce que les Ouvriers en bois appellent *Pour tour.*

Perpendiculaire. Ligne droite tombante ſur une autre ligne, fait les angles droits de part & d'autre. Une ligne droite eſt perpen-

diculaire à une courbe quand elle tend à la *tengeante* menée par le point où la droite tombe sur la courbe. Voyez *Tengeante*. *Ligne perpendiculaire* à l'horizon, *Plan perpendiculaire*, celui qui est vertical; *Perpendicule*, ce qui tombe à plomb. On appelle le *Perpendicule* d'une Horloge, pour dire le Pendule.

Perpendicule. Filet qui tend en bas par le moyen d'un plomb que l'on y attache.

Pesanteur. Quantité par laquelle une chose pesante est portée en bas. La *pesanteur absoluë* d'un corps pesant dans un milieu liquide, est la force que ce corps a de descendre lorsqu'il est libre & qu'il ne touche à quoique ce soit, qu'aux parties de ce milieu. Telle est la pierre qui étant libre dans l'air ne touche qu'aux parties de l'air lorsqu'elle descend. On appelle *pesanteur relative d'un corps* la force qu'il a de se mouvoir étant appliqué à quelque autre chose qu'aux parties du milieu. Ainsi dans un corps qui est sur un plan incliné, sa *pesanteur relative* est la force qu'il a de rouler sur ce plan. Il y a encore une *Pesanteur* ou *gravité specifique*; c'est celle qui procede de la dencité des matieres ou de quelque autre cause, par laquelle un corps pese plus qu'un autre de pareil volume. Tel est un pouce cube de plomb, qui pese plus qu'un pouce cube de fer.

Petitions. Terme de Géometrie, se dit des demandes claires & intelligibles, dont l'exécution & la pratique ne requierent aucunes démonstrations.

Phâse. Se dit de diverses apparences ou aspects de la Lune, &c.

Pied-de Biche. Est le bout d'une détente qui est brisée.

Pignon. Petite Rouë dentée placée au centre d'une grande pour multiplier plusieurs tours aux dernieres Rouës, & faire faire des révolutions terminées à certaines Rouës; les dents des Pignons s'appellent *Ailes*.

Pillier. Les Pilliers font partie d'une Cage de Montre, &c. puisque c'est par leur moyen qu'on éloigne les Platines à la distance que l'on veut pour contenir les Rouës, &c. *Faux Pilliers* sont ceux que la fausse Plaque porte.

Pincette. Outil en forme de petites Pinces, qui est très-nécessaire à quantité d'usages.

Piramide. Terme de Géometrie, corps solide qui finit en un seul point, & qui est terminé par autant de surfaces triangulaires que sa bâse a de côtés. Le point où aboutit la piramide s'appelle *Sommet*.

Pirouette. Ancien échapement de Montres, dont le Balancier faisoit plusieurs tours.

Pivot. Est le bout des Arbres, des Tiges, &c. qui entre dans les trous des Platines pour y tourner librement.

Planer. C'est forger à petits coups une Platine jusqu'à ce qu'elle soit bien dure.

Plaque. La Plaque d'une Pendule est celle sur laquelle on attache le Cadran d'un côté, & le mouvement de l'autre. La *fausse Plaque* est une Platine de la grandeur du mouvement sur laquelle on rive des petits Pilliers pour donner la hauteur convenable à la Cadrature. Les Montres ont de même leurs fausses Plaques; mais elles sont un peu plus grandes que les Platines du Mouvement.

Platte-forme. C'est une Plaque ronde remplie de cercles dans lesquels sont divisés les nombres dont on peut avoir besoin dans l'Horlogerie. Cette Platte-forme sert pour diviser les Rouës. Voyez *les Machines à fendre.*

Platine. C'est une des Plaques de la Cage d'une Montre, d'une Pendule, &c. Voyez *Cage.*

Plier. Se dit d'un Ressort qu'on enveloppe autour d'un Arbre pour le mettre dans le Barillet.

Podometre ou *Compte-pas.* C'est un Instrument en forme de Montre qui sert à mesurer le chemin qu'on fait; il est composé d'une Rouë de 100. & d'une autre de 101. qui engrennent dans un Pignon de 6. Ce Pignon est mû chaque pas que l'on fait par un cordon attaché au genou qui tire un espece d'échapement qui fait sauter une Etoile enarbrée sur le Pignon; ce qui fait faire un degré du Cadran à une Aiguille, pendant qu'un autre en fait le tour & qui marque 100 pas, & l'autre Aiguille marque les centaines. On ajuste cette Machine aux Chaises de poste, &c.

Poids. En Méchanique on appelle *poids* tout ce que l'on regarde pour être mû ou soutenu, & l'on oppose à *puissance* qui est ce qui doit agir pour mouvoir ou soutenir le poids. Dans toutes les Machines on suppose le *poids* plus grand que la *puissance*, & l'on rend la puissance égale ou superieure par l'augmentation de sa vîtesse. Un Pendule est la *puissance* reglante de l'Horloge, de même que le Balancier & son Ressort spiral le sont de la Montre. Voyez *Machine* & *Mouvement.* On appelle par abus *contre-poids* le petit

poids que l'on met à la corde d'une Horloge pour la retenir ſur les pointes de la Poulie.

Pont. Se dit de toutes les Pieces qui ſont fixées, & qui ſervent à porter des Pieces qui ne pourroient pas avoir de centre ſur la Platine.

Pore. Tous les Métaux & Mineraux, &c. ſont composés de petites parties qu'on appelle *Pores*. L'or a ſes Pores plus ſerrés que l'acier ; ce qui rend ſon volume plus peſant.

Portée. Se dit de l'aſſiette d'un Pivot : quand elle a trop de diamettre, on dit qu'elle a trop de portée, & par conſéquent de frottement. Le pied d'un Cocq, d'un Tenon trop étroit n'a pas aſſez de portée pour être ſolide.

Poſition des Pieces d'une Machine. C'eſt un grand défaut que de ne pas donner une poſition avantageuſe aux Pieces d'une Cadrature.

Potée. Etain calciné & réduit en poudre très-fine pour donner le dernier poli à l'acier. *Potée d'Emerie* ſe dit de la poudre que l'on trouve ſous les Meules à tailler des pierres fines.

Potence. C'eſt un eſpece de Cocq poſé perpendiculairement ſur la Platine d'une Montre ou Pendule pour contenir la Verge du Balancier, & pour ſoutenir la Rouë de Rencontre. *Contre-potence*, Piece qui ſoutient la Tige de la Rouë de Rencontre d'une Montre.

Poulie. Eſt un cercle dont la circonference eſt faite en rainure pour contenir une corde.

Pouſſoir. C'eſt le pendant ou le bouton d'une Montre à Répetition.

Projections. Termes de Méchanique & de Statique. La projection d'un poids, c'eſt le mouvement d'un poids jetté par une puiſſance, ou la ligne que ce poids décrit par ſon mouvement. La projection eſt ou verticale, ou horizontale, ou composée de la verticale, ou de l'horizontale : on peut concevoir la peſanteur comme une cauſe exterieure agiſſant perpendiculairement de haut en bas ſur la ſurface de la terre, & par conſéquent agiſſant avec moins de force ſur le corps qu'elle ne rencontre pas ſelon la ligne perpendiculaire, elle rencontre dans cette ligne les corps qui ſe meuvent en l'air, ſoit verticalement, ſoit horizontalement, & par conſéquent ce ſont ceux ſur leſquels elle a le plus de priſe & qu'elle rabat le plus vîte contre terre ; d'où il ſuit

que ceux qui se meuvent selon une ligne qui soit précisement moyenne entre la verticale & l'horizontale, c'est-à-dire, inclinée de 45 degrés à l'horizon, sont ceux que la pesanteur fait tomber le plus tard, tout le reste étant égal ; en un mot que la projection faite sur l'angle de 45 degrés est celle qui a la plus grande portée horizontale. C'est sur ce principe qu'est fondé l'art de tirer le Canon & les Bombes.

Proportion. Deux raisons égales font une proportion. Il faut voir là-dessus les *Livres de Géometrie.*

Puissance. Terme de Méchanique se dit de ce qui doit agir pour mouvoir ou pour soutenir un poids.

Pulsation. Terme qui signifie l'avantage d'un Levier pour en faire mouvoir un autre. Une Rouë qui engrenne près du centre d'un Pignon, a moins de pulsation que si elle agissoit sur un Pignon d'un plus grand diametre.

Q

Queuë-de-Rat. Sorte de Limes qui n'ont point besoin de manche parce qu'elles ont une grande queuë.

Queuë d'aronde. Est une petite coulisse plate d'un côté, & ronde de l'autre. On employe des Queuës d'arondes en plusieurs occasions dans l'Horlogerie. On en met une au nez de la Potence d'une Montre pour faire l'Echapement.

R

Racloir. Est un Outil ainsi appellé, qui sert à effacer les traits de la Lime sur une Plaque de cuivre.

Rarefaction. Action par laquelle les parties d'un corps s'étendent & occupent plus de place ; ordinairement c'est la chaleur qui produit cet effet. La Verge d'un Pendule est allongée par le chaud, & racourcie par le froid. On a remarqué que les Verges d'acier étoient moins sensibles que celles de cuivre.

Rateau. C'est une portion de Rouë dentée qu'on employe differemment dans les Montres. C'est un Rateau qui fait avancer & retarder le mouvement. Dans les Répetitions anciennes c'est un Rateau qui fait compter les heures. On l'appelle aussi *Cramailler.*

Rayon. C'eſt une ligne droite tirée du centre d'un cercle juſqu'à ſa circonference.

Rectangle. Terme de Géometrie, ſignifie une figure qui a un ou pluſieurs angles droits. Quatre lignes paralleles éloignées à telle diſtance que l'on veut, forment un parallelograme rectangle.

Recuire. C'eſt rougir les Metaux pour les amolir & les rendre plus malléables.

Recule. Se dit du mouvement d'un corps qui recule par le choc d'un autre. *Recule* d'échapement, eſt celui que les vibrations d'un Balancier donnent à la Rouë de Rencontre pat ſes Palettes.

Reculer. Limes que l'on appelle ainſi à cauſe qu'elles ne ſont pas taillées d'un côté.

Reflection. Quand un corps en mouvement en rencontre un qu'il ne peut ébranler, & qui l'empêche de continuer ſon mouvement ſur la même ligne, il faut néceſſairement qu'il commence à ſe mouvoir ſur une autre ligne. Si ſon mouvement, par exemple, étoit de haut en bas, il ſera de bas en haut; s'il étoit de gauche à la droite, il ſera de droite à la gauche. Ce changement de déterminaiſon, ce détour s'appelle *Réflection.* Voyez *Mouvement.*

Regule. Petit poids qu'on plaçoit ſur le *Foliot* ou *Balancier* ancien des Horloges pour le regler.

Repers. C'eſt une marque que l'on fait aux dents des Rouës & Pignons où elles engrennent. Les Rouës de Sonnerie ſont ordinairement reperrées pour que la ſituation des Sonneries ſe rencontre toujours la même. Un Quarré bien ajuſté a beſoin d'un Repers pour être remis à ſa vraye place, &c.

Répetition. C'eſt une Montre ou une Pendule dans leſquelles en pouſſant le bouton de l'une, ou tirant le cordon de l'autre, répetent autant de fois que l'on veut l'heure qu'elles marquent.

Reſingle. Outil avec lequel on redreſſe les Boëtes boſſelées.

Reſſort. Lame d'acier trempé longue & foible qui s'enveloppe autour d'un Arbre, étant dans un Barillet, pour tirer le mouvement d'une Montre ou Pendule. Il y a des Reſſorts dans l'Horlogerie de pluſieurs formes, & employés à divers uſages. *Reſſort Spiral*, eſt une très-petite Lame tournée ſpirallement que l'on applique au Balancier d'une Montre pour regler les vibrations.

River. C'eſt refouler à coups de Marteau le Métal pour fixer deux ou pluſieurs Pieces enſemble.

Rochet. C'eſt une Rouë plate dont les dents ſe terminent en pointes. Ces ſortes de Rouës ſont ordinairement en uſage pour les échapemens & pour bander les Reſſorts, &c.

Roſette. C'eſt un petit Cadran numeroté à volonté pour indiquer ſeulement le côté qu'il faut tourner l'Aiguille pour retarder ou avancer le mouvement d'une Montre.

Rouage. C'eſt pluſieurs Rouës dentées qui engrennent dans des Pignons & qui font mouvoir tout ce que l'on veut.

Rouë avec ſon Arbre, eſt une des Machines ſimples, le poids eſt appliqué à l'Arbre, & la puiſſance à la Rouë, & il eſt viſible que la Rouë & l'Arbre qui traverſent tournans enſemble, un tour que fait la Rouë eſt plus grand qu'un tour que fait l'Arbre, & cela par la même raiſon que la circonference de la Rouë eſt plus grande que celle de l'Arbre, ou ce qui eſt la même choſe, le demi-diametre de la Rouë plus grand que celui de l'Arbre, la puiſſance fait donc plus de chemin que le poids, & a plus de vîteſſe; dans cette même proportion du demi-diametre de la Rouë à celui de l'Arbre, & par conſéquent la force eſt augmentée; & une petite puiſſance peut ſoutenir ou élever un grand poids. Voyez *Machine* & *Mouvement.*

Rouleau. Corps de figure cilindrique dont on ſe ſert dans les Méchaniques; dans les groſſes Horloges les Rouleaux ſont de bois, autour deſquels s'enveloppe la corde qui éleve les poids. *Rouleau* ſe dit de deux cercles placés excentriquement de l'un à l'autre pour que les deux circonferences forment un angle obtus ſur lequel poſe le bout d'un Arbre pour diminuer les frottemens.

S

SAutoir. Eſt une eſpece de Cliquet qui ſert à retenir l'Etoile d'une Répetition. On l'appelle auſſi *valet de l'Etoile.*

Seconde. C'eſt la ſoixantiéme partie d'une minute d'heure & d'une minute de degré.

Socle, *baſe* ou *pied d'eſtal* d'une Boëte de Pendule.

Soudure. Métal composé de deux tiers d'argent & un tiers de leton pour ſouder avec du borax une aſſiette de cuivre ſur un Arbre d'acier ou de leton avec une autre piece de pareil Métal.

Sourdine. Petit Bouton qui ſort d'une Boëte de Montre à Répetition, contre lequel on met le doigt pour ſentir les coups que la Répetition frappe.

Statique. Science par laquelle on acquiert la connoiſſance des poids, des centres de gravité , & de l'équilibre des corps naturels. Cette ſcience conſiſte purement dans la théorie , & eſt fort néceſſaire pour former un bon Horloger.

Superficie en Géometrie. Surface étenduë en long & en large qui n'a point de profondeur. La ſuperficie du plan incliné doit être dure & bien polie pour donner de la douceur aux frottemens.

Surpriſe. Piece mobile ſous le limaçon des quarts d'une Répetition. Cette Piece ſert à prévenir le Rateau pour que la Répetition ne mécompte pas.

Symetrie. Rapport de parité, ſoit de hauteur, de largeur ou de longueur des parties pour compoſer un beau tout.

T

TAlon. Partie de la Potence qui ſoutient la Verge de Balancier.

Talus. Eſt un plan oblique formé au bout d'un Levier pour le mouvoir.

Tambour. Se dit d'un cilindre ſur lequel ſont placées des notes ſelon l'art de la muſique pour faire jouer un Carillon.

Tangente. C'eſt une ligne droite tirée ſur la circonference d'un cercle qu'elle touche en un point.

Taraud. Outil dont on ſe ſert pour former les pas de vis dans un trou.

Tenon. Sont des Pieces qui ſervent à l'aſſemblage des Ouvrages d'Horlogerie.

Terme. En Méchanique ſe dit d'un point fixe , ou d'une Piece qui ſe meut, & qui revient toujours au même endroit. Une détente de Sonnerie peut être appellée *Terme*.

Tige. Voyez *Arbre*.

Tiers-point. On appelle ainſi les Limes qui ſont formées de trois angles.

Tourne-à-gauche. Outil propre à tourner de gros Tarauds & Egaliſſoirs , &c.

Traverſe. Ce terme porte avec ſoi ſa ſignification. C'eſt une barre plus ou moins groſſe qui eſt placée horizontalement dans les Machines.

Trempe. C'eſt donner une qualité dure à l'acier en le jettant

tout rouge dans de l'eau froide : on lui donne ensuite le recuit, selon l'usage que l'on veut faire de l'Outil que l'on trempe.

Triangle. Figure comprise sur trois lignes, & qui a par conséquent trois angles.

V

VIbration. Est l'arc de cercle qui décrit un poids suspendu mis en mouvement. Le Balancier d'une Montre en mouvement se dit aussi, *mis en vibration.*

Villebrequin. Outil propre à faire tourner des Egalissoirs.

Virolle. Est un petit Canon que l'on met à un manche de lime ; il y a des Virolles sur les Arbres des grands ouvrages mal faits, pour en ôter le jeu, &c.

Vis. Est un cilindre cannelé en ligne spiral qui entre dans un écrou dont l'interieur du trou est formé de même. La distance des filets de la Vis s'appelle *pas.* Plus la Vis est grosse & les Pas serrés, plus elle multiplie sa force.

Vis-sans-fin. Elle sert à bander les Ressorts d'une Montre. On l'employe communément pour faire mouvoir des Rouës lentement.

Volant. C'est une Piece de Leton placée sur la tige du dernier Pignon du Rouage d'une Sonnerie pour ralentir la distance des coups.

Volume. Terme pour distinguer la grosseur des Horloges.



DESCRIPTION



DESCRIPTION DES OUTILS SERVANS A L'HORLOGERIE.

PLANCHE PREMIERE.

FIGURE 1.



S T un gros Marteau pour servir à forger les Platines & les Rouës sur un Tas ou petite Enclume.

Fig. 2. & 3. Representent les Tas ou Enclumes. Ces Tas sont placés sur de gros Billots, pour avoir plus de résistance. Le Tas 2. est ordinairement poli de même que les Marteaux, qui sont de differentes grosseurs, & qui servent tant à planer, qu'à une infinité d'autres occasions.

Fig. 3. Est une Bigorne quarrée, ce qui la rend propre à differens ouvrages : il y en a de rondes.

Le Tas 4. est ambulant sur l'Etabli ; il est commode dans quantité d'occasions.

Fig. 5. Est une Bigorne ronde d'un côté & quarrée de l'autre : elle se place à l'Etau qu'on trouvera à plusieurs Planches.

Les Tas *Fig.* 6. 7. 8. 9. 10. & 13. se mettent aussi dans l'Etau ; le besoin qui se rencontre en travaillant indique leurs usages.

Fig. 11. Eſt un Tas pour étamper des Rouës de Champ & des Rouës de Rencontre de Pendule. On en a de pluſieurs grandeurs.

Fig. 1.2. Eſt un Crochet qui ſe met à l'Etau avec le Tas 11. & la Rouë, pour empêcher que le Tas ne gliſſe de l'Etau.

Fig. 14. & 15. Sont des Marteaux d'Etabli; il y en a de gros; il y en a de petits & de differentes formes : les uns ont la tête plate, d'autres ronde ou demi-ronde, de même que les panes.

PLANCHE II.

FIGURE 1.

EST un Tuyau qu'on appelle *Chalumeau* : il ſert à ſoufler la lumiere d'une lampe ou chandelle ſur une piece qu'on veut ſouder ou tremper.

Fig. 2. Eſt une boëte dans laquelle on renferme le Borax broyé : on le fait tomber ſur la ſoudure par le canon en raclant deſſus les crans.

Fig. 3. Eſt une groſſe Ciſaille qui ſe met dans l'Etau pour couper le cuivre & differentes choſes. Il y en a de beaucoup plus groſſes.

Fig. 4. Eſt une Lame tranchante des deux côtés; les tranchans ont la forme de celui d'une Ciſaille : cet Outil porte un grand manche; on l'appelle *Racloir* : ſon uſage eſt de racler les Plaques & Platines, pour effacer les traits de la lime; ce qui fait beaucoup de diligence.

Fig. 5. Eſt un Compas droit à couliſſe, pour couper de grands cercles de cuivre.

Fig. 6. Eſt un Outil qu'on appelle *Tourne-à-gauche* : il ſert à tourner de gros Tarauds de Filiere & des Egaliſſoirs.

PLANCHE III.

FIGURE 1.

EST une grande Scie pour ſcier du cuivre, la Lame eſt bandée par la vis 4. & le bout du manche 3. dans lequel traverſe une piece de fer taraudée où la vis 4. paſſe; cette lame eſt faite de reſſort de Pendule.

Fig. 2. Eſt une autre petite Scie à vuider des ornemens.

Fig. 5. Eſt un Vilebrequin dans lequel on place des Egaliſſoirs, comme la *Fig.* 6. pour croître les trous : on y met auſſi des Fraizes de pluſieurs formes. Cet Outil fait une grande diligence.

PLANCHE IV.

FIGURE 1.

EST un grand Tour qui ſe met à l'Etau par le côté A. qui eſt garni de deux plaques de cuivre pour ne pas gâter la taille de l'Etau.

L'Ouvrage ſe met entre les deux pointes B. C. leſquelles ont pluſieurs petits trous pour faire entrer les pointes ou pivots des pieces qu'on tourne. On change ces pointes de bout ſelon que l'ouvrage l'exige. La Poupée D. eſt arrêtée par ſa vis, & ſe meut à couliſſe. E. Eſt le ſupport qui hauſſe, baiſſe, & tourne à volonté.

Fig. 7. Eſt la piece qui tient celle *Fig.* 6. & celle-ci tient le ſupport E. Ces trois Pieces permettent par leurs conſtructions d'être placées à la volonté de l'Artiſte.

Fig. 8. Eſt une Plaque percée de trous de differentes grandeurs qu'on appelle *Lunette* ; ſa principale proprieté eſt pour tourner le bout des Arbres & des Pivots.

Fig. 2. Eſt un petit Tour qui ſe place à l'Etau par le bout A. Les Poupées ſont fixes, il n'y a que les pointes de mobiles, le ſupport eſt fait ſur le principe du grand Tour, *Fig.* 1.

Fig. 3. Eſt un autre petit Tour, ſans ſupport, qui ſe met de même à l'Etau, les pointes ſont mobiles.

Fig. 4. & 5. Sont d'autres Pointes à Lunette, & propres à rouler les Pivots.

PLANCHE V.

FIGURE 1. 2. 5. & 6.

REpreſentent des Arbres liſſes, tournés bien ronds, ſur leſquels on tourne des Canons de Rouës & quantité de pieces. On a beaucoup de ces Arbres de differentes groſſeurs & grandeurs, pour être aſſorti.

Fig. 3. 7. 8. Sont des Arbres à vis qui ont des aſſiettes rondes & droites, ſur leſquels Arbres on ajoûte differentes pieces pour les tourner, on les fait tenir par les Ecroux 4. & 9.

Fig. 10. 11. 12. Sont des Forets; on en a une quantité de differentes groſſeurs & grandeurs.

Fig. 13. & 15. Sont des Fraizes propres à noyer des têtes de vis en cône & à d'autres uſages.

Fig. 16. 19. 20. Sont d'autres Fraizes propres pour dreſſer le fond d'un Barillet, celui d'une Rouë de Champ, & pour racourcir des Pilliers de Cage, &c.

Fig. 21. Eſt une eſpece de Foret qu'on appelle auſſi *Fraize*, pour creuſer quarrément les bords d'un trou, pour y noyer, par exemple une tête de vis; il y en a de pluſieurs groſſeurs.

Fig. 17. Eſt encore une Fraize qui ſe place ſur le Tour pour creuſer la place d'un Crochet de Chaîne ſur la Fuſée.

Fig. 18. Eſt un Arbre en forme de Pince, dans lequel on met le quarré de la Fuſée pour la polir ſur le Tour; ſi la Fuſée ne ſe trouve pas ronde, l'aſſiette du Cuivrot A. ſe meut excentriquement en deſſerant les deux vis.

Fig. 22. Eſt le modele de pluſieurs Alézoirs & Egaliſſoirs pour croître & arondir les trous des Pivots & autres.

Fig. 23. Eſt un Outil à river; il y en a de pluſieurs grandeurs & de differentes formes.

Fig. 24. Eſt un Outil pour chaſſer les Arbres liſſes pour ne pas gâter leurs pointes.

Fig. 25. 26. & 27. Sont des Pincettes de differentes formes; il y en a de toutes groſſeurs & grandeurs.

Fig. 28. & 29. Sont des Tenailles à couper.

Fig. 30. Eſt un Calibre pour égaler les Pignons, & pour prendre leur groſſeur.

Fig. 31. Eſt une Pince pour tourner les Spiraux; le dedans eſt convexe d'un côté & concave de l'autre.

Fig. 32. Eſt une Pincette double, propre à placer les Spiraux; on l'appelle *Bruxelles*.

Fig. 33. Eſt un Arbre ſur lequel on plie les Reſſorts de Montre pour les mettre & pour les ôter des Barillets.

Fig. 34. Eſt un Pointeau. Les Horlogers ont encore quantité d'autres petits Outils très-néceſſaires, comme des Quarrés à étamper, des Poinçons ronds & plats, &c. qui ne ſont pas ici repreſentés.

PLANCHE

PLANCHE VI.

FIGURE 1. & 2.

SONT des Tenailles à vis qui servent à quantité d'Ouvrages ; il y en a de plusieurs grandeurs.

Fig. 3. Est une autre Tenaille à vis faite de bois ; elle est commode pour tenir des Pieces polies.

Fig. 4. 5. 6. & 9. Sont des Tenailles à Boucle. A. A. Sont les Boucles que l'on tire pour serrer la Piece que l'on veut travailler.

Fig. 7. & 8. Sont des Presses à river les Rouës, de même que la *Fig.* 10.

Fig. 11. & 12. Sont des Cuivrots à vis.

Fig. 13. & 14. Sont leurs plans ; ces Cuivrots sont bons pour mettre sur des tiges de Pignons & de Balanciers, mais on en a ordinairement quantité de simples de toutes grosseurs & grandeurs.

PLANCHE VII.

CE sont des Limes de differentes tailles & formes qu'on appelle *Limes d'Allemagne*, *Crapone*, *à Tiers-point*, *à charniere*, *à reculer*, *ronde*, *demi-ronde*, *à queuë de Rat*, *à étirer*, *quarrelette*, *d'entrées*, *à arondir*, *demi-ronde*, *taillée des deux côtés*, *à feuille de Sauge rudes & douces*, *à égaler*, *à Couteaux*, & *à Couteau à eflanquer*, *à Rouë de Rencontre*, *à Pivot*, *à Crochet*, &c. Toutes ces Limes sont de plusieurs grandeurs, formes & tailles, les unes ne sont taillées que d'un côté, les autres le sont partout ; enfin on ne peut décrire tous leurs usages ni leurs formes, il faut nécessairement une pratique consommée pour le savoir.

PLANCHE VIII.

FIGURE 1. 2. & 3.

SONT d'autres Limes ; la premiere est à dossier, & 2. 3. sont des Limes quarelettes rudes.

Fig. 4. Est un Egalezoir quarré ; il y en a à 5. & à 6. pans de

toutes grandeurs & groſſeurs, il y a des Alizoirs ronds en mêmes quantités & grandeurs.

Fig. 5. 6. & 7. Sont des formes de Limes de Cuivre rouge, jaune, d'étain & d'acier de toutes grandeurs, mais qui ne ſont point taillées, ſur leſquelles on met de l'Emeri, & de la Potée d'Etain pour polir ; il y en a de pareilles formes faites d'acier bien trempé & poli qu'on appelle *Bruniſſoirs.*

Fig. 8. Eſt une Tenaille à Boucle, dont ſon manche eſt percé pour y paſſer du fil de laton propre à faire des Goupilles.

Fig. 9. Eſt un Crochet propre à faire faire les effets d'une Cadrature de Montre à repetition ; ce Crochet eſt commode pour pouſſer le Rateau quand on veut égaler le Limaçon des heures.

Fig. 10. Eſt une Tenaille à vis enmanchée.

Fig. 11. 12. & 13. Sont des Burins pour le Tour.

Fig. 14. Eſt un double Crochet commode pour remettre les Pivots des Rouës dans leurs trous, lorſqu'on remonte un Mouvement de Pendule.

Fig. 15. Eſt un Canon quarré pour tourner les vis ſans fin de Montre ; il y en a de toutes grandeurs.

Fig. 16. Eſt un Outil propre à polir les bouts des vis quand on a été obligé d'en limer après être finies.

Fig. 17. Eſt un Echantillon pour égaler les dents des Rouës de Rencontre de Montre & de Pendule. Un tel Outil bien fait & bien ajuſté ſur une grande Rouë, par exemple de 15. on en peut facilement égaler une petite de même nombre, parce que l'angle étant parfaitement formé du rayon du Cercle de 15. on n'a plus beſoin d'y toucher pour toutes ſortes de Rouës de ce nombre.

Fig. 18. Eſt un autre Echantillon à égaler des Rouës de Rencontre ; mais quand il eſt ajuſté ſur une grandeur, il ne l'eſt pas pour une autre, il n'eſt pas ſi commode que le premier.

Fig. 19. Eſt un Crochet pour remonter le Rouage d'une Répetition de Montre.

Fig. 20. Eſt un Outil pour placer une Rouë de Rencontre droite.

Fig. 21. Eſt un autre Echantillon pour égaler des Rochets & des Rouës de Rencontre, le bout A. eſt taillé en Lime.



PLANCHE IX.

FIGURE 1.

EST un Compas ordinaire qui porte 4. pointes, ſavoir la pointe à couper A. celle à tête B. & deux autres à pointes pareilles à celle marquée 11. L'Ecrou E. porte une Eguille qui marque les degrés ſur le Cadran 12. ce qui facilite à faire une diviſion très-juſte, le reſte du Compas eſt bien connu.

Fig. 2. 3. 4. 5. 6. 7. *&* 10. Sont des Compas qui ſervent à differentes choſes. Celui 4. eſt pour prendre la hauteur des Cages d'un côté, & l'autre donne la hauteur des Tiges. Celui 5. eſt pour mettre des Balanciers droits & de peſanteur. A. eſt un Support & B. une Barette & une vis pour arrêter le Compas.

Fig. 6. & 7. Sont des Compas d'épaiſſeur autrement dit *Huit de Chiffre.*

Fig. 10. Eſt pour prendre de certaines meſures comme la hauteur des Pilliers d'une Montre. 3. Eſt un Compas à reſſort; il y en a où l'on ajoute des pointes faites dans la forme des *Figures* 8. & 9.

PLANCHE X.

FIGURE 1.

EST une Platte-forme pour égaler les Rouës de Rencontre. Cette Rouë eſt placée au centre; elle eſt fixée par le Cercle & par l'Ecrou C.

Fig. 10. Eſt un Compas pour placer la Rouë de Rencontre au centre.

Fig. 2. Eſt un Alidade qui entre ſur le Pivot de la Rouë de Rencontre, la Palette S. profil 12. donne contre les dents, l'Alidade ſe meut au point A. on l'écarte juſques ſur un des points du Cercle de même nombre que la Rouë, & on conduit l'Alidade de dent en dent; on choiſit la plus foible pour y conduire la Branche *r.* enſuite on recommence le tour, & on en ôte des dents qui empêchent le Bras A. *r.* d'approcher des points de la Platte-forme, par ce moyen la Rouë eſt parfaitementégale, & en très-peu de tems.

Fig. 2. 5. 6. & 7. Sont des Fillieres doubles, les développemens de celle *Fig.* 6. Sont E. D. & H. FF. Sont les Couſſinets. G. Eſt le corps du Chaſſis démonté & renverſé.

Fig. 3. & 4. Sont des Fillieres ſimples.

Fig. 8. Sont des Tarauds.

Fig. 11. Eſt une Equerre.

Fig. 9. Eſt une Alidade.

PLANCHE XI.

FIGURE I.

EST un grand Compas pour prendre les hauteurs des Arbres des Rouës. On préſente le pied dans la Cage à l'endroit où l'on veut placer la Rouë, le Reſſort tendant à écarter les jambes contre les Platines, on les arrête avec la vis C. Les deux branches N. M. donnent la hauteur que doit avoir l'Arbre; ce Compas eſt d'une grande commodité.

Fig. 3. Eſt une Platte-forme ſur laquelle eſt tiré trois ou quatre rayons de chaque cercle, pour s'en ſervir de cette ſorte. Quand on a, par exemple, un Pignon que l'on veut faire ſervir avec une Rouë de Cent, pour avoir la grandeur de cette Rouë on prend le Compas E. La Jambe *p.* eſt faite comme un Calibre à pignon que l'on ouvre & ferme avec la vis *q.* on prend avec ce Calibre la diſtance de deux dents du Pignon, c'eſt-à-dire, la diſtance de deux rayons, enſuite on porte la tête F. au centre de la Platte-forme, on ouvre le Compas juſqu'à ce que les deux pointes *p.* ſoient juſtes ſur les rayons du cercle de Cent; cela donne la grandeur de la Rouë, pour qu'elle ait rapport à engrenner dans le Pignon que l'on veut faire ſervir. Cette méthode eſt commode en bien des occaſions.

Fig. 4. Eſt une groſſe Fraiſe, ſur l'Arbre de laquelle on met un Cuivrot pour placer l'Archet, & avec une Palette, comme les Arquebuſiers en ont, que l'on met contre l'eſtomac pour chanfraindre un gros trou, percer, &c.

Fig. 5. Eſt une Lame aſſez foible tranchante des deux côtés, qu'on appelle *Spatule.* Elle eſt utile pour broyer de l'Emeri, ou plûtôt pour s'aſſûrer s'il n'y auroit point de grain capable de faire des traits ſur la Piece que l'on poli, ou met l'Emeri ou Potée ſur la Plaque *Fig.* 6. qui eſt d'acier convexe & poli.

Fig. 7. Eſt une eſpece de Bigorne que l'on appelle *Tillet* ; on le met à l'Etau. La ſuperficie A. eſt ronde, & propre pour redreſſer, par exemple, des Boëtes de Montre ; il en faut de pluſieurs formes & grandeurs.

Fig. 8. Eſt un Outil qui ſert auſſi à redreſſer des Boëtes ; on l'appelle *Reſingle* ; on la tient dans l'Etau par Z. & en frappant vers le milieu, le bout Y. fait reſſort & redreſſe les boſſes qui ſont dans la cavité de la Boëte.

Fig. 9. Eſt une Loupe qu'il ne faut pas oublier, parce qu'elle eſt fort néceſſaire pour découvrir de certains défauts que les yeux ne peuvent pas voir.

Fig. 10. Eſt un eſpece de Compas fort commode pour reboucher des trous de Pivots ; on préſente une des pointes dans le trou que l'on veut reboucher, les deux autres pointes donnent deux petits points, enſuite on grandit le trou, on le rebouche, & on rapporte les deux mêmes pointes dans les points qu'elles ont fait. La troiſiéme marque la vraye place du vieux trou ; c'eſt un Outil de l'invention du Sr Beljean, A. eſt le plan.

Fig. 11. Eſt un Arbre à polir des Balanciers ſur le Tour. La partie B. eſt un Canon dans lequel paſſe la Verge, l'aſſiette 1. eſt auſſi percée, le Balancier s'applique contre, & eſt arrêté par l'aſſiette du Canon B. & deux vis ; de ſorte qu'avec cet Outil on poli parfaitement le cercle d'un Balancier

---

PLANCHE XII.

FIGURE 1.

EST un Outil pour mettre des Reſſorts des Montres dans les Barillets. A. B. eſt un Chaſſis qui ſe place ſur l'Etau, dans lequel Chaſſis eſt placé un Arbre qui porte d'un côté la Manivelle C. avec un Rochet, un Cliquet & ſon Reſſort. Du côté A. l'Arbre porte un Canon quarré dans lequel s'ajuſtent pluſieurs Arbres qui ont chacun leurs Crochets. D. E. eſt une Barre plate qui fait charniere au bout E. elle eſt maintenuë dans une entaille F. & le bout D. porte un Crochet ; on voit que ſi on préſente un Reſſort à l'Arbre G. qu'en tournant la Manivelle, que le Reſſort s'enveloppe autour de l'Arbre, l'autre bout du Reſſort eſt retenu par le bout de la Barre D. qui s'approche de l'Arbre G. autant que le Reſſort l'y oblige ; le Reſſort étant ainſi enve-

loppé ou plié, on présente le Barillet, on leve le Cliquet, & on laisse doucement retourner la Manivelle, ensuite on retire la Machine.

Fig. 5. Est une autre Machine sur le même principe pour mettre les Ressorts de Pendule dans leurs Barillets. A. est le profil, & B. le plan du côté que le Ressort s'enveloppe. X. est une piece qui se meut à un de ses bouts par la vis N. & l'autre porte le Crochet 4. en tournant la Manivelle on enveloppe le Ressort autour de l'Arbre *r.* son autre bout sera retenu par la Piece X. & son Crochet 4. cela étant il n'y a plus qu'à présenter le Barillet & lever le Cliquet Z. en laissant retourner la Manivelle E. doucement jusqu'à ce que le Ressort se développe dans le Barillet, ensuite on démonte la vis N. pour retirer plus aisément le Crochet. X. H. est une espece de Pont qui maintient l'Arbre que le Rochet porte ; cet Arbre est creux, & celui *r.* passe quarrément au travers où il est retenu par la vis & par l'Ecrou K.

Fig. 2. Est une Plaque sur laquelle on met plusieurs Arbres de Barillets avec leurs encliquetages pour bander les Ressorts A. B. C. & les mettre en presse plusieurs jours avant que d'égaler la Fusée ; cette précaution est nécessaire.

Fig. 3. Est un Outil qu'on appelle *Guide-Foret.* Quand on perce, par exemple, les trous d'une Platine on passe la Broche A. au travers du Guide, la pointe donne dans le point que l'on veut percer, on arrête le Guide avec une Tenaille à vis, & on met le Foret en place de la Broche A. On ne peut percer que fort droit par ce moyen.

Fig. 4. Est une sorte de Compas qui a differentes proprietés.

PLANCHE XIII.

FIGURE 1.

EST une Machine pour égaler une Fusée dans sa Cage sans la démonter ; pour cet effet on met la Cage sur trois griffes *Figure* 2. le plan de ces trois griffes est *Figure* 5. La Cage & ces griffes sont vûës de côté sur la Machine qui est tenuë dans l'Etau par le tenon A. La Barre B. C. porte deux Poupées comme celles d'un Tour, mais elles sont fixes & tournées differemment, comme on le voit, les griffes portent une Broche D. qui passe dans la tête de la Poupée, qui est arrêtée avec une vis comme la pointe

d'un Tour ; ce qui fait qu'on peut tourner la Cage à sa commodité. La seconde Poupée C. tient aussi une Broche parallele à celle qui tient la griffe ; sur cette Broche se meut le Burin E. que l'on baisse sur les filets de la Fusée , de sorte que le Barillet, la Chaine & la Fusée étant dans la Cage , & le Ressort bandé , on ajuste le Levier 3. sur le quarré de la Fusée, & on place le poids F. dans un endroit où elle puisse faire équilibre avec le Ressort ; cela étant ainsi disposé, on tourne le Levier en examinant à chaque tour si le poids continuë à faire équilibre avec le Ressort ; si le poids l'emporte, il faut racourcir le Levier en le changeant de place ; mais si au contraire c'est le Ressort avec le Bras & le Burin qui est au bout, on enfonce les filets de la Fusée à l'endroit où elle est trop grosse, on continuë ainsi en tatonnant jusqu'à ce qu'il paroisse une équilibre raisonnable ; ce qui est d'autant plus commode qu'il ne faut pas à tout moment démonter la Fusée, comme on est obligé de faire par la méthode ordinaire.

Fig. 4. Est une Planchette où sont ajustées trois Griffes pour tenir des Mouvemens dans une situation vertical, les deux Griffes d'en bas sont attachées sur la Plaque , & celle d'en haut A se meut à coulice pour serrer le Mouvement. Cet Outil est de l'invention du S[r] Mazurier.

Fig. 6. Est un pareil Levier que celui qui tient à la Machine pour égaler les Fusées. On se sert ordinairement de cet Outil seul , sans autre composition ; mais il faut démonter la Fusée bien des fois avant qu'elle soit égale ; ce qui fait qu'on lui passe souvent des irregularités qu'on ne feroit pas avec la Machine *Fig.* 1. qui est par conséquent plus parfaite & plus diligente. Un Horloger a prétendu avoir perfectionné ce Levier en mettant le poids parallele à la pince ; tous ceux qui l'ont fait avant lui n'ont pas crû se devoir faire honneur de si peu de choses.

PLANCHE XIV.

FIGURE I.

EST une Poupée qui s'ajoute à un grand Tour ; ce qui forme un Tour qu'on appelle *Tour en l'air*. L'Arbre A. B. est tenu solidement entre deux Poupées du côté A. & de celui B. Le côté B. est un cône qui entre dans un trou de même figure ; cet Arbre est creux & y entre quarrément, la Fraize C. que l'on serre avec

une vis *r. Figure* 2. est le développement. Avec un pareil Tour & les Arbres qui s'y ajoûtent, on tourne des Boëtes de Montres, &c.

Fig. 3. Est une Machine que j'ai imaginé pour polir des Marteaux de Répetition & des Ressorts de Cadran, le Marteau est arrêté au centre des deux portions de cercle, la Plaque G. tient le Marteau serré avec des vis, les portions de cercles ont plusieurs trous pour placer les pointes du Tour. Si on veut, par exemple, polir la tête du Marteau *r. s.* on tient la Machine à l'endroit où sont les pointes A. B. pour qu'elles se rencontrent en ligne droite au plat du Marteau, & qu'elle cede aisément par son équilibre à l'irrégularité de la main. Si on veut polir la partie *r.* on place les pointes aux endroits C. D. de même qu'à E. F. quand on voudra polir l'endroit S. On voit que par ce moyen on peut mettre toutes les parties d'un cercle en équilibre sur le Tour, & les polir aussi plates & aussi aisément que l'on fait le quarré d'une Fusée sur le Tour; pour polir les deux côtés de la tête du Marteau, on le change de situation. On poli les Ressorts de Cadrans avec une pareille Machine ajustée exprès au contour du Ressort.

Fig. 4. Est une Machine qu'on appelle *Lenterne à Cardan*; mais au lieu que son usage est de servir de suspension aux Boussolles, &c. Le S[r] Allard en a fait une autre application en la destinant à dresser & à polir des faces de Pignons; il ajoute au centre plusieurs Pieces d'acier dont les trous sont de grandeur à contenir les tiges de Pignons; on tient cette Machine d'une main & on tourne le Pignon de l'autre, au moyen de l'Emeri & de la Potée on poli facilement & dans une grande perfection les faces des Pignons & en peu de tems. Quoique cet Outil soit bien aisé, il a cependant sa difficulté quand la tige est courte. Pour remedier à cet inconvenient je fais tourner la Lanterne & je tiens le Pignon à la main.

La *Figure* marquée 5. sert d'addition à la Machine à fendre les Rouës sans platte-forme qu'on trouvera à la Planche 23. Elle auroit dû être jointe à cette Planche; mais étant arrivée trop tard je n'ai pû la placer que sur celle-ci. Cette construction a été inventée par M[r] Vayringe, Horloger de S. A. R. le Grand Duc de Toscane. Il prétend supprimer les differens Rochets que la Machine de la Planche 23. exige, il se sert toujours de la même vis monté sur un Chassis pareil, il donne à la grande Rouë

qui sert de Platte-forme 360. au lieu de 420. Voici sa description.

La Vis-sans-fin B. porte une Rouë de Champ C. de 60. dents. Cette Rouë engrenne dans un Pignon de 10. marqué D. renfermé dans la Piece coudée A. D. que l'on ne voit pas quand le Cadran E. *Fig.* 6. est monté. Ce Cadran est divisé en 60. parties comme celui d'une Montre ordinaire, il est fixé horizontallement par deux vis sur le bout du Chassis, & le Pignon D. passe au centre pour porter l'Aiguille F. Cette Aiguille est de deux pieces, la partie F. est d'acier, & la partie G. de laiton ; elles sont enchassées l'une dans l'autre, de maniere qu'elles tournent ferme comme une tête de Compas ; la partie d'acier porte un bouton qui lui sert de Manivelle, il y a sous l'interieur du Cadran une Platine H. qui sert à porter *l'Index* Y. il y a aussi une Platine marqué I. sur le derriere de la Rouë de Champ qui doit tourner ferme, sur laquelle est placé un bouton qui donne un coup contre le Ressort K. à chaque tour que la Rouë fait.

Monsieur Vayringe dit, que cette composition donne les nombre depuis 15. jusqu'à 129600. parties, en avançant l'Aiguille d'une division à chaque fois que l'on aura fendu une dent ; par exemple, pour fendre une Rouë de 15. il n'y a qu'à diviser le nombre de 360. par celui de la Rouë qui est 15. il viendra 24. au quotient ; ce qui fait voir qu'il faut faire 24. tours juste de la Rouë de Champ à chaque dent que l'on veut fendre, on tourne cette Rouë avec la Manivelle L. On commence à mettre le bouton contre le Ressort K. qui donne un coup à chaque révolution ; ce qui facilite de compter les tours sans se tromper.

Mais si on veut fendre une Rouë dont il reste des parties après la division, c'est alors que le Cadran horizontal sert, par exemple, pour une Rouë de 59. dents, il vient au quotient 6. tours de la Rouë de Champ, mais il reste 6. lesquels il faut multiplier par 6. qui sont les révolutions que la Rouë de Champ fait faire au Pignon de 10. ainsi je dis 6. fois 6. sont 36. ce sont 36. minutes ou divisions qu'il faut ajouter aux 6. tours de Manivelle ; ainsi pour fendre une Rouë de 59. il faut faire 6. tours de Manivelle & 36. minutes. Je suppose donc, avant de commencer à fendre, que l'on ait mis le bouton contre le Ressort K. ce qu'il faut faire à toutes les Rouës que l'on fendra, de même il faut que l'Aiguille F. soit sur 60. minutes ; pour fendre la Rouë de 59. il faut poser *l'Index* Y. & l'Aiguille G. sur les 36. minutes excedentes de la division, comme elles sont placées au Cadran

Figure 6. ensuite on fendra la premiere dent, & pour la seconde il faut faire les 6. tours de Manivelle, & pousser avec le doigt *l'Index* Y. aux 36. minutes que marque l'Aiguille G. cela fait voir qu'il faut amener l'Aiguille F. avec son bouton, à la place où étoit celle G. marqué par Y. pour ajouter les 36. minutes à la dent que l'on fend; & l'Eguille G. qui ne change pas sou ouverture tant que la Rouë n'est pas fenduë, se trouvera sur 11. minutes, qui sont les 36. parties pour la dent à venir, & ainsi de suite.

Il n'y a point de table de faite pour cette nouvelle méthode, on remarque seulement qu'il y a des nombres où il faut multiplier la Platte-forme par elle-même, & diviser le produit par le nombre des dents de la Rouë que l'on veut fendre, & encore diviser ce qu'il vient au quotient par 60. qui sont les parties du Cadran.

PLANCHE XV.

Machine à dossier pour fendre les Pignons.

CEtte Machine consiste en un Chassis A. B. C. D. qui porte une espece de Châpe B. E. dans laquelle entre à frottement le Couteau F. G. où la Lime est tenue par des vis. Cette Lime est posée directement au-dessus du Pignon H. dont un bout de la tige est porté par l'étrier I. & l'autre bout est engagé dans l'extrêmité de l'Arbre K. fixé au centre de la Plate-forme L. M. Le second Pivot de cette Platte-forme est soutenu par une forte vis N. garnie d'un contre-Ecrou, l'Arbre K. est soutenu par un montant P. qui peut se fixer à la hauteur que l'on veut, de même que les seconds supports Q. Q. qui servent à soutenir la tige du Pignon; ces supports sont de même fixés par deux vis, la Platte-forme contient les nombres nécessaires pour les Pignons. R. est l'Alidade dont l'usage est semblable aux Machines à fendre les Rouës; on voit qu'en mettant un Pignon sur la Machine, qu'il peut être fendu droit & égal, pourvû que le Chassis & le Dossier soit bien juste, & que la Lime soit parfaitement dans le centre du Pignon.

Il est certain que de toutes les Machines à fendre les Pignons, celle-ci est préferable, parce que la Lime résiste beaucoup plus qu'une Fraize, & qu'elle n'est pas si chere.

PLANCHE XVI.

Machine ordinaire pour fendre les Rouës & les Pignons.

CEtte Planche represente toute la Machine de grandeur naturelle ; elle est disposée comme pour fendre un Pignon.

Pour la comprendre plus aisément, il faut voir le plan & profil *Figure* 2. *Planche* 18. Ces deux *Figures* sont réduites. *c. c. c. c.* est le Chassis qui se démonte par le moyen de deux Ecrous qui paroissent à chaque bout. Ce Chassis est fixé à l'Etau par le tenon *x.* il renferme l'Arbre D. sur lequel est attaché la Platteforme *a. b.* Ce gros Arbre est percé pour en contenir quarrément plusieurs autres petits, qui sont fixés avec la vis W. Le colet de cet Arbre D. est en cône & tourne dans un trou de même forme fait à la traverse ; l'autre bout est mobile & retenu par le bout de la vis Z. arrêtée par un Contre-Ecrou.

On voit par cette disposition que le Pignon G. l'Arbre D. & la Platte-forme tournent solidement ensemble & très-juste, si le tout est bien fait.

Pour fixer à volonté la Platte-forme, on se sert de l'Alidade E. *Figure* 1. Elle est mieux vûë dans la Planche 16. Cette Alilade est fixée à un Tenon qui tient au Chassis, elle porte une vis dont le bout pointu entre dans les points de la Platte-forme qui a plusieurs cercles divisés des nombres que l'on a ordinairement besoin. Sur la traverse C. 4. *Figure* 2. *Planche* 18. est ajusté le coulant A. qui se trouve d'une autre construction que celui qui est marqué dans les autres *Figures*. Ce Coulant doit avoir deux Poupées & deux vis pointuës, comme il paroît dans la *Planche* 17. Entre ces deux vis est placée la Piece M. qui se meut librement comme une charniere bien faite entre les pointes 1. 2. *Planche* 17. Cette Piece coudée contient encore la double Piece H. Entre les deux vis pointuës 3. 4. Les deux vis 5. 6. contiennent l'Arbre qui porte un Pignon *Fig. p.* & la Fraize N. le Pignon engrenne dans la Rouë I. qui est tourné avec la Manivelle K. Cet assemblage se meut comme deux Charnieres sur une même ligne.

Quand on veut fendre un Pignon, on met le petit Arbre T. *Planche* 17. dans le gros Canon D. de la Platte-forme, & on met sur la traverse du Chassis la Piece H. H. *Planche* 16. dont le profil est à côté *Figure* 2. Cette Piece étant arrêtée par deux

vis, on ajoute la Poupée L. pour maintenir le Pignon G. Cela étant ainsi disposé, on approche tout l'assemblage par le moyen de la vis N. N. & on fend le Pignon pour regler la profondeur des Aîles, on ajoute l'Equerre contournée I. K. *Planche* 16. contre laquelle glisse la Charniere qui porte la Fraize, qui est mal figurée dans cette *Planche*. Quand une dent est fenduë on change l'Alidade d'un point pour en fendre un autre, &c. car on suppose que l'on sçait que pour fendre un Pignon de 14. l'on prend le trait ou cercle divisé en 14.

Quand on veut fendre des Rouës plattes, on ôte l'Abre T. *Planche* 17. Pour en mettre d'autres en place avec des Ecrous, on ôte aussi la Piece H. H. *Planche* 16. la Poupée L. l'Equerre I. K. & la double Charniere H. *Planche* 17. ensuite on met un autre Arbre pareil à celui 7. 8. *Figure p.* qui engrenne dans la Rouë D. Dans cette diminution on approche le Coulant A. pour que la Fraize fende la Rouë, lorsqu'on appuye dessus & qu'on tourne la Manivelle E. pour regler la profondeur de la denture. Cela se fait par le moyen de la vis N. N. *Planche* 16. Quand on fend une Rouë de Champ c'est la vis Q. Q. qui regle la profondeur de la denture.

RECAPITULATION

Des Pieces de la Machine qui sont vûës dans la Planche 16.

C C. C. C. est le Chassis. D. est le gros Arbre qui porte la Platte-forme. Cet Arbre contient celui 4. & plusieurs autres de differentes formes & grosseurs. M. est le Coulant qui porte deux petites Poupées avec des vis. O. P. est une Piece de la premiere Charniere. P. R. S est la seconde. T. R. est l'Arbre qui porte la Fraize V. N. N. est la Vis qui fait mouvoir les Charnieres. I. K. est une Equerre pour regler la profondeur des Aîles des Pignons. H. H. est un Tenon sur lequel est placée à Coulice la Poupée L. pour suporter les Pignons. H. *Figure* 2. est le profil. E. est l'Alidade. X. C. est un Tenon de la même Piece que le Chassis. X. est une Vis que l'on dessere quand on veut transporter l'Alidade sur un autre cercle.

PIECES
QUI PAROISSENT AU PLAN,
PLANCHE XVIII.
FIGURE 1.

C C. Est le Chassis. D. est la Vis qui porte une Manivelle pour faire avancer ou reculer le Coulant. A. B. est la Platte-forme. E. l'Alidade. Y. la Vis qui la serre dans son Tenon. E. F. deux Vis de Poupée du coulant. H. est une Rouë qui engrenne dans un Arbre qui porte les Fraizes, l'Arbre est mis en place de la seconde Charniere pour fendre des Rouës plates. G. G. sont deux Vis qui contiennent la seconde Charniere. N. N. sont deux autres Vis qui tiennent l'Arbre qui porte la Fraize P. I. est le Pignon. O. est une Rouë qui engrenne dedans pour faire tourner la Manivelle. 4. est le Pignon que l'on fend. T. est la Piece qui tient au Chassis pour porter la Poupée Q. S. S. R. sont trois Vis. V. est l'Equerre contournée qui regle la profondeur des Aîles des Pignons.

PROFIL.
PLANCHE XVIII.
FIGURE 2.

C C. C. C. Est le Chassis qui est tenu dans l'Etau par le Tenon X. A. B. est la Platte-forme. D. le gros Arbre, lequel est percé pour placer quarrément d'autres Arbres qui sont serrés par la vis W. 4. est une Plaque ronde pour garantir l'Arbre d'être gâté par la limaille. Z. est une Vis avec son Ecrou, pour supporter l'Arbre de la Platte-forme. A. est le coulant qui porte les charnieres. *Figure g. n. m. m.* est la Vis qui regle la profondeur des Rouës de Champs. *h. o.* Sont les Rouës qui font tourner l'Arbre qui porte les Fraizes. *i. p.* Est le plan de la Fraize & du Pignon de l'Arbre. *q. r.* Est la Poupée qui tient le Pignon. *t. t.* Est le support, G. le Pignon à fendre. Les 5. trous qui paroissent entre *f. m.* sont pour faire incliner la Fraize comme pour fendre une Rouë de vis-sans-fin.

DEVELOPPEMENT
DE LA PLANCHE XVII.

A. Est le coulant du Chassis sur lequel sont mûës les charnieres. B. est une Vis pour fixer le coulant après la traverse du Chassis. C. M. D. E. est une piece de la charniere avec l'Arbre, la Rouë & la Manivelle qui fait tourner l'Arbre qui porte la Fraize. H. I. K. est une autre piece qu'on ajoûte quand on veut fendre des Pignons. Cette assemblage est tenu avec le bout des Vis 3. 4. 5. 6. N. *Fig.* P. *p.* 7. 8. est l'Arbre qui porte les Fraizes. R. R. R. sont trois Arbres dont il y en deux qui en contiennent d'autres plus petits, comme R. ſ. ſ. ſ. Sont les Ecrous. T, est un Arbre fait exprès pour fendre les Pignons.

MACHINE
A FENDRE LES ROUES,

*Inventée par le S*r *SULLY, & perfectionnée par M*r *de la FAUDRIERE, Conseiller au Parlement.*

PLANCHE XIX.

LA Platte-forme P. est enfermée dans un Chassis A. B. C. La Piece d'en bas B. C. se peut démonter lorsque l'on veut retourner la Platte-forme qui est divisée des deux côtés. Ces deux pieces qui forment le bâti sont soutenuës par deux traverses D. E. que quatre colonnes de cuivre tiennent élevées à une certaine hauteur.

La Rouë F. qui fait mouvoir la Fraize est soutenuë par son Arbre qui traverse les deux montans G. H. dans lesquels elle peut tourner librement lorsqu'on la fait tourner avec la Manivelle I. Les montans G. H. sont fixés sur le Tour K. L. qui est mobile de bas en haut autour de deux vis telles que M. pratiqué dans un second Tour M. N. Ce Tour peut se mouvoir autour du point N. le long des Arcs O. R. où on le peut fixer à l'inclinaison que l'on veut, en serrant l'Ecrou N. & deux vis, telles

que Q. de maniere que le premier Tour K. L. & le second Tour M. N. tournant ensemble peuvent s'incliner plus ou moins ; ce que l'on pratique lorsque l'on veut tailler des Rouës de Rencontre. Outre ce mouvement, cet assemblage peut encore s'approcher ou s'éloigner du centre de la Rouë ou de la Platte-forme, en faisant tourner la Vis S. Les Courbes O. R. sur quoi roulent ces deux Tours, sont assemblées à deux Coulisses telles que V. que l'on assujetti à l'endroit nécessaire par les vis. T. est un Ecrou qui tient aux Coulisses qui se promenent le long de cette vis, & qui fait avancer ou reculer ce composé ; car la vis est fixée à l'endroit S. par un colet, & son autre extrêmité est rivée & entretenuë par un Ressort placé à la traverse qui supporte les Arcs. L'Arbre de la Fraize X. tourne sur les deux points K. L. il porte le Pignon Y. dans lequel engrenne la Rouë F. On regle l'abbatage de ce Tour par la Vis Z. qui porte sur une Piece que l'on ne peut voirdans cette *Figure*, mais qui est attachée au Tour M. du côté G. Il faut observer que le Tour M. demeure constament à l'endroit où il se trouve fixé, & qu'il n'y a que le Tour K. L. qui puisse s'abaisser ou s'élever par le moyen du Levier W. qui tient à ce Tour. La Vis Z. se fixe aussi par l'abbatage du petit Levier 4. qui porte une Vis placée horizontallement, & qui assujetti la premiere dans son Ecrou.

Je réserve à la description de la *Planche* 22. des *Developpemens* à expliquer la Machine *Fig.* 1. dont les Vis M. K. L. sont ajustées aux endroits où on les voit placées. Je dirai dans ce même article, la façon dont il faut assujetir la Rouë à fendre sur l'Arbre de la Platte-forme. Cette Rouë representée par le chiffre 5. plan 21. est affermie sur son centre par la Piece 6. qui est fixée à l'extrêmité 7. du Cocq 7. 8. 9. Ce Cocq fait charniere autour des deux Vis 8. 10. *planche* 20. de maniere qu'en tournant la Vis 11. pour faire monter l'extrêmité 9. l'autre extrêmité 7. descend, en appuyant fortement sur le Chapeau qui retient la Rouë sur son Arbre. Une Alidade ou *Index* 12. *planche* 20. qui tient sur le milieu du Tour K. vers le point N. sert à diriger la Fraise au centre. Cette Piece, sur la longueur de laquelle est tracée une ligne qui répond dans le plan vertical du centre, est mobile autour d'une Vis, & porte sur l'épaisseur de la Fraize. La grande Vis 15. *planche* 21. sert à affermir le Cocq 7. 8. pour lui ôter le jeu & le ressort que pourroient faire les vis lorsque l'on a assujetti la Rouë sur son centre. La Vis 16. n'est

qu'une Vis d'aſſemblage du bâti. La Vis 17. *Planche* 19. & 20. retient l'Alidade 18. 19. composée de deux Pieces principales. La premiere, eſt le bras 18. La ſeconde, eſt une Lame de Laiton 19. 21. qui eſt pareillement retenuë au-deſſus de la traverſe D. Le bras 18. 20. *Planche* 19. qui eſt coudé à l'endroit 20. porte une S. à l'extrêmité ſuperieure. 22. eſt une Fourchette recourbée, mobile autour de la Goupille 22. qui la retient par la partie S. La partie 23. porte ſur une tige 25. cette tige porte & appuye ſur la Lame de Laiton 19. 21. de maniere que le Reſſort 24. qui tient à l'endroit 20. & qui arboute par ſon autre bout contre une cheville de la Fourchette, tend à faire baiſſer l'extrêmité 23. ce qui ne peut arriver ſans que la tige 25. ne communique la force du Reſſort à la Piece 19. 21. car la Fourchette ne peut couler le long de la tige, étant retenuë à l'endroit 23. La force de ce Reſſort eſt tranſmiſe à l'extrêmité 19. de la pointe 26. qui retient la Platte-forme, pendant que l'on fend une dent. Le Profil de cette Alidade ſe verra mieux dans la *Planche* 22. *Figure* 2.

La petite Auge 28. *Planche* 19. eſt pour recevoir la limaille quand on fend la Rouë; on en joint une ſeconde de même figure qui n'eſt que poſée ſur la traverſe A. au-deſſous de la Rouë F. & qui anticipe un peu ſur le bord de la premiere

EXPLICATION DU PLAN
DE CETTE MACHINE.
PLANCHE XX.

MM. Eſt le premier Tour qui peut s'incliner plus ou moins étant mobile autour du point N. On fixe ce Tour à l'endroit néceſſaire par le moyen des Vis Q. Q. qui traverſent dans les Arcs O. R. B. B. ſont des Vis qui retiennent le ſecond Tour K. H. H. G. dans le premier, & autour deſquels il peut ſe mouvoir. C. C. eſt un Arbre horizontal qui tourne librement dans les montans H. H. & qui porte les Rouës F. E. La premiere F. qui engrenne dans le Pignon Y. eſt pour faire tourner la Fraize X. d'un mouvement médiocre, & la ſeconde Rouë E. ſert pour avoir un mouvement plus prompt en plaçant un Pignon ſur l'Arbre L. L. dans lequel elle puiſſe engrenner. On donnera dans la

la *Planche* 22. la maniere de fixer ces Fraizes sur l'Arbre.

A. 12. *Planche* 20. est l'Alidade qui sert à diriger la Fraize vers le centre 5. de la Rouë à fendre ; elle est mobile autour de la Vis A.

K. G. Sont des Vis qui soutiennent l'Arbre L. L. de la Fraize & du Pignon. Z. est une Vis qui détermine l'abbatage du Tour mobile H. H. en l'élevant par le bras W. Le petit Levier 4. est pour assujettir & fixer la Vis Z.

5. Est la Rouë à fendre, qui est retenuë par la Piece marquée 6. Cette Piece qui est faite en maniere de fourchette passe dessous le Pont 29. où elle est fixée par une Vis, & retenuë par l'autre bout 30. par un espece de *T.* d'acier, dessous lequel les tranches de la Fourchette s'engagent, de façon que quand on veut retirer la Rouë 5. de dessus son Arbre, on ne fait que desserrer la Vis 29. & tirer à soi la Piece 6. après l'avoir dégagée de dessous la Piece faite en forme de *T.* & on la tire de dessous la Rouë avec beaucoup de facilité.

7. 9. Est le Cocq sur lequel est fixé le Pont 29. & où s'engage la Piece 6. Ce Cocq fait charniere sur les deux Vis 8. 10. de sorte qu'en élevant l'extrêmité 9. au moyen de la Vis 11. l'autre extrêmité 7. s'abaisse, & assujetti, par la Piece 6. la Rouë 5. sur son Arbre.

16. Est une Vis d'assemblage qui retient l'Equerre dans laquelle la Vis 15. est placée, qui affermit le Cocq. Cette Equerre est fixée sur la traverse D. D.

La Vis 17. tient sur la même traverse D. l'Alidade. La Piece 23. est le plan de la Fourchette qui porte sur la tige 25. Cette Fourchette étant poussée par le Ressort 24. voyez *plan* 19. communique la force du Ressort à la Lame 21. & par conséquent à la pointe 26. qui entre successivement dans les divisions de la Platte-forme lorsque l'on s'en sert.

PROFIL
SUR LA LONGUEUR DE LA MACHINE.
PLANCHE XXI.

A B. Est la derniere Piece du Tour solidement assemblée aux traverses portées par les Colonnes.

C. D. est une pareille Piece à la premiere ; mais elle se peut

démonter quand on veut pour retourner la Platte-forme ; ce qui se fait en démontant l'Ecrou I. qui laisse tomber les collets, entre lesquels l'extrêmité D. est assujetti ; l'autre extrêmité C. est retenu par un Verou C. E. que porte cette Piece ; ce Verou se fixe par les Vis E. L. son extrêmité C. entre à queuë-d'aronde dans le montant 26. de maniere que quand on veut retourner la Platte-forme, on commence par ôter l'Ecrou I. ensuite on lâche les deux Vis L. E. & l'on tire le Verou par son Bouton F. de F. vers E. On éleve un peu l'extrêmité D. pour le dégager de dessous le petit support 10. dans lequel il entre à cliquet, après quoi l'autre Vis Y. & Æ. étant desserrée, on déplace facilement la Platte-forme P. pour la retourner ; car la Vis Æ. n'est que pour recevoir la pointe de la Vis de la Platte-forme, & la seconde Vis Y. sert à l'affermir dans son Ecrou.

S. V. Est la Vis qui sert à avancer & à reculer du centre 5. les Tours M. K. de même que les Arcs R. & toutes les Pieces qui en dépendent.

M. Est le premier Tour mobile autour du point N. & qui se fixe par la Vis Q. Le second Tour K. compris dans le premier Tour M. a son centre au point 24. Le centre K. est celui de la Fraize & du Pignon. Le centre H. est celui des Rouës marquées F. E. dans la vingtiéme Planche ; il sert à faire mouvoir le Pignon, & par conséquent la Fraize. La Vis G. est pour fixer l'Arbre du Pignon. O. X. est l'Alidade qui sert à centrer la Fraize, c'est-à-dire, à diriger son taillant ou son épaisseur vers le centre de la Rouë 5.

W. Est le Levier qui sert à élever & à abaisser le Tour K. autour du centre 24. Le petit Levier 4. est pour serrer la Vis Z. dans son Ecrou, ce qui se fait en l'abbatant. La Vis Z. porte sur le support 21. mobile au point 23. dans une Châpe 22. qui est fixée au Tour M. La Piece 21. se fixe à la Châpe par une Vis, dont on voit le bout au point 22. Cette Piece est encore tenuë par un Ressort 27.

6. 7. 8. 9. Marque le profil de la Piece 6. qui retient la Rouë 5. & celui du Cocq 7. 9. qui fait charniere au point 8.

29. & 30. Est la Vis & la Piece qu'on appelle *T.* qui retient le profil 6. La Vis 11. sert à élever le Cocq. La Vis 15. est pour l'affermir ; & enfin la Vis 16. sert à assembler l'Equerre 8. 31. 32. au bâti de la Machine.

EXPLICATION
DE LA PLANCHE XXII.

A B. C. D. Est le profil sur la largeur ; ce sont des Arcs dans lesquels sont mobiles les Tours suivans les Courbures E. C. F. B. ou F. A. E. D. Le centre des Tours est au point G. on les fixe comme on l'a déja dit par le moyen des Vis E. F. La Piece A. B. C. D. tient aux Coulisses H. I. par les Consoles K. L. On arrête ces Coulisses pareillement par les Vis T. T.

L'Ecrou M. retient les Colets que porte la Piece N. qui se démonte quand on veut, soit pour retourner la Platte-forme, soit pour autre chose.

La *Figure* 2. est le profil de l'Alidade de la Platte-forme, qui est retenu au bâti de la Machine par la Vis A. autour de laquelle elle se peut mouvoir. La Partie B. C. qui est dessus la traverse. D. porte la tige E. mobile dans la Fourchette F. G. H. & dans la partie C. où elle est prise ; la Fourchette est aussi mobile au point G. La Cheville F. qui tient cette Fourchette étant poussée en haut par le Ressort K. tend à faire baisser l'extrêmité H. suivant l'Arc H. *h.* la Tige E. communique donc la force du Ressort K. à la Lame L. M. qui porte la pointe N. Cette Lame qui n'est retenuë qu'au point L. dessus la Piece D. est obligée de fléchir & d'obéïr à la force du Ressort ; cette pointe retient alors la Platte-forme par ses divisions avec toute la force dont le Ressort K. est capable. Il est évident que quand on change de division en élevant un peu l'Alidade, que l'on contraint le Ressort K. qui ensuite étant mis en liberté, appuie de toute sa force contre la Cheville F. & par conséquent contre la Tige E. car la Fourchette H. ne peut pas couler le long de cette Tige.

La Vis P. sert à fixer plus ou moins la monture qui porte la pointe N. Cette monture tient à la Lame M. par une seconde Vis R. On assujetti la Fraize Q. sur l'Arbre du Pignon O. par le moyen d'une seconde Piece S. qui porte une pointe T. qui entre dans un trou fait à la Fraize à l'endroit V. après quoi on assujetti le tout ensemble, par l'Ecrou X. Il faut remarquer que la Piece S. doit entrer quarrément dans une partie de l'Arbre.

La Rouë à fendre Y. se place en cette sorte. On a plusieurs Arbres d'acier, tel que Z. qui entrent dans le Canon W. de la

Platte-forme. L'Arbre d'acier porte deux pointes 4. 5. qui entrent dans la petite ouverture diametralement opposée, pratiquée à la partie superieure du Canon W. à l'endroit 6. 7. de maniere que les deux pointes 4. & 5. étant engagées dans les ouvertures 6. 7. l'Arbre Z. ne peut tourner que quand le Canon W. tourne. On place ensuite la Rouë Y. à l'endroit Z. on l'assujetti par le Chapeau Æ. fait en Ecrou : c'est sur ce Chapeau que porte la Piece 6. dont on a parlé dans les *Planches* précédentes. L'Assiette 9. du Canon W. se fixe au centre de la Platte-forme, par le moyen de trois Vis telles que 10. de sorte que quand on change la Platte-forme de côté, il faut démonter cette Piece pour la remonter ensuite du côté que l'on veut operer.

Voici comme on employe les Vis dans cette Machine. La Piece 11. est supposée un des côtés du Tour qui est traversé par la Vis 12. qui sert à recevoir le Pivot de l'Arbre du Pignon O. Cette Vis traverse un Tenon 13. placé dans une Mortoise pratiquée à la Piece 11. Ce Tenon porte une seconde Vis 14. dans laquelle est enfilé le Colet 15. & dessus ce Colet est l'Ecrou 16. fait du même pas que la Vis 14. de maniere qu'en serrant cet Ecrou on fait monter la Vis, qui tirant à soi le Tenon, retient fortement la Vis 12. contre les côtés de la Piece 11. qu'elle traverse ; on évite par-là le balotage des Vis dans leurs Ecroux. La *Figure* 17. est un des Bassins qui reçoit la limaille à mesure que l'on fend la Rouë.

De cette construction il résulte plusieurs avantages. 1°. La maniere d'employer les Vis pour éviter le jeu dans leurs Ecrous, si petit qu'il soit, est toujours nuisible sur la denture.

2°. La maniere de diriger la Fraize au centre est d'une utilité infinie, puisque par ce moyen, on ne sçauroit faire de denture qu'elle ne soit droite.

3°. La maniere d'assujettir la Rouë à fendre sur son centre est très-bien employée ; les Vis sur lesquels est porté le Cocq étant aussi bien retenuës qu'elles le sont ne sçauroient faire ressort.

4°. L'Alidade de la Platte-forme, quoiqu'elle paroisse composée, doit être considerée comme une Piece bien construite, ayant un Ressort qui agit avec beaucoup de douceur ; ce qui donne le moyen de changer cette Alidade plus facilement que d'autres, qui font leur Ressort directement.

La plus grande partie des perfections que l'on reconnoîtra dans la pratique de cette Machine, lui ont été données par Mr de la Faudriere à qui elle appartient.

MACHINE A FENDRE UNE INFINITE' DE NOMBRE,

Inventée par Pierre FARDOIL, *Maître Horloger à Paris.*

PLANCHE XXIII.

FIGURE I.

LE Tour ou Charniere A. B. ne differe point de ceux que j'ai décrit dans les Machines précedentes ; il peut couler le long de l'étrier auquel il est adapté ; il est garni de sa Fraize, du Pignon & de la Rouë qui la fait mouvoir. Tout l'art de cette Machine consiste dans l'application des Pieces C. D. & de la Vis-sans-fin E. qui engrenne dans la Rouë dentée F. de 420. que l'on substituë à la place de la Platte-forme ; on assujetti la Rouë à fendre sur un Arbre vertical par le moyen d'un Ecrou, comme on l'a vû ci-devant.

Les Pieces C. D. qui font tourner la Vis-sans-fin E. sont placées sur une Plaque G. C. D. fixée à la Machine. L'Arbre de la Vis qui la traverse y peut tourner librement ; son autre extrêmité est soutenu par un Tenon H.

La plaque G. C. D. détachée & representée dans la seconde *Figure*, porte un Levier I. K. mobile au point K. Ce Levier poussé par un Ressort 4. s'applique contre la Cheville I. il porte un Terme L. qui lui est fermement attaché ; il est disposé en plan incliné comme il est taillé, car il est coupé lui-même dans le milieu de son épaisseur, de maniere qu'il y a un Biseau dessus, & un autre dessous ; c'est à l'endroit G. que passe l'Arbre de la Vis-sans-fin qui est quarrée au sorti de la Plaque ; il est assez long pour pouvoir y placer toutes les Pieces. Le bout de ce quarré porte une Vis pour retenir tout l'assemblage. La premiere Piece que l'on place est le Rochet M. dont le nombre de dent est arbitraire. Il porte un Canon percé d'un trou quarré propre à recevoir le bout de la Vis-sans-fin ; ce Rochet est retenu par le Cliquet O. *Fig.* 2. garni de son Ressort. Un second Rochet N. denté en raison du nombre que l'on veut fendre est joint contre le Rochet M. & fixés ensemble par une Cheville qui passe au point P. Q.

Sur le même Canon du premier Rochet ſont placées deux Alidades R. S. T. V. La premiere R. S. porte un Colet R. X. qui s'emboëte dans une ouverture T. Y. faite à la ſeconde Alidade. On aſſujetti l'une & l'autre par le moyen d'une Plaque ronde Z. qui entre dans une gorge pratiquée en T. Y. Trois Vis qui traverſent cette Plaque & qui ſe fixent à la premiere Alidade R. X. ſervent à cet uſage. La ſeconde Alidade porte un Cliquet W. qui ſert à faire tourner le Rochet lorſqu'il engrenne ; ce qui ſe fait en pouſſant l'Alidade avec la Manivelle qui eſt adapté ; car ces deux Alidades peuvent tourner indépendemment du Canon ſur lequel elles ſont placées. Les Rochets qui tiennent à la Vis ſont retenus par le Cliquet O. de la Plaque C. D. *Fig.* 2. pour cet effet, il eſt dans une ſituation opposé au Cliquet W. de maniere que les deux Alidades tenant enſemble, ſi on les tire à ſoi les Rochets ne bougent point ; mais ſi l'on pouſſe la Manivelle à droite, les Rochets ſeront néceſſairement entraînés, parce que le Cliquet O. par ſa diſpoſition, ne ſçauroit les en empêcher. L'uſage de cette Machine étant pour fendre des Rouës de nombre extraordinaire, j'ai dit que le Rochet N. devoit ſe changer, & qu'il devoit être de nombre different, ſans pour cela être d'un plus grand ni plus petit diametre. Je donnerai ci-après une regle generale pour trouver des Rochets en raiſon des nombres donnés ; mais pour faire voir la maniere dont on ſe ſert des Alidades, je vais poſer un exemple.

L'on veut fendre une Rouë de 490. & l'on a trouvé qu'il falloit un Rochet de 49. dents, dont il ne falloit prendre que 42. dents. On place la premiere Alidade S. ſous le Terme L. & avec la ſeconde Alidade V. on compte 42. dents ſur le Rochet ; enſuite on fixe les deux Alidades dans cette ſituation en ſerrant fortement les trois Vis de la Plaque Z. qui aſſujettiſſent l'Alidade R. S. avec l'Alidade T. V. Enſuite on tourne la Manivelle juſqu'à ce que le terme L. arrête l'extrêmité V. de l'Alidade à Manivelle ; les Rochets M. N. entraînés par ce mouvement feront tourner la Vis E. enſemble la Rouë dentée F. & la Rouë à fendre qu'elle porte ; la Machine ainſi arrêtée au terme L. on fend avec le Tour A. B. à l'ordinaire l'endroit de la Rouë qui ſe préſente, & pour recommencer, on retire à ſoi l'Alidade V. juſqu'à ce que le deſſous du terme L. arrête l'autre Alidade S. les Rochets ne bougent point dans ce mouvement, on prendra ſur le ſecond Rochet N. 42. dents, enſuite repouſſant comme la pre-

miere fois l'Alidade, la Rouë à fendre avancera de la quantité qu'elle le doit faire, pour être fenduë ; ainsi de suite jusqu'à ce que la Rouë ait fait un tour entier. Le Levier I. K. se peut retirer en arriere lorsque l'on veut faire passer les Alidades,en retirant avec le doigt le petit Tenon 8. *Fig.* 2.

REGLE GENERALE,

Pour trouver les Rochets en raison des nombres que l'on veut donner à une Rouë.

ON a donné à la Rouë qui sert de Platte-forme 420. parce que ce nombre renferme plus de parties aliquotes ; il faut diviser ce nombre & celui de la Rouë que l'on veut fendre par un Diviseur commun, prendre le quotient de la Rouë pour Rochet, & le quotient de la grande Rouë ou Platte-forme pour le nombre des dents du Rochet qu'il faudra faire passer à chaque dent que l'on fendra.

EXEMPLE.

Soit donné le nombre 249. qu'il faut fendre avec une Platte-forme divisée en 420. telle qu'elle est à cette Machine. Il faut diviser 420. & 249. par 3. qui est le seul Diviseur convenable aux deux nombres, les quotients seront 140. & 83.

On prendra donc un Rochet de 83. & à chaque dent qu'on voudra fendre on fera passer 140. dents de ce Rochet, c'est-à-dire, qu'on fera d'abord faire une révolution entiere qui est de 83. dents, & qu'on en fera encore passer 57. ce qui fera les 140. dents, lesquelles 57. dents prises après la révolution, seront déterminées par l'ouverture des Alidades : ces operations se font par les deux mouvemens suivans.

On retire premierement le terme L. en arriere afin de faire passer les Alidades ; ensuite on abandonne ce terme, qui étant poussé par le Ressort 4. revient dans son premier état.

L'Alidade S. se place sous le terme L. *Fig.* 2. & poussant avec la Manivelle la seconde Alidade jusqu'à ce que son extrêmité V. soit arrêté, on fend la partie de la Rouë qui se présente à la Fraize. Pour faire une seconde fente, on retire encore le terme pour laisser faire la révolution, & on le laisse ensuite retomber pour fixer la division de 57. ainsi de suite pour chaque division de la Rouë.

TABLE
A L'USAGE DE CETTE MACHINE.

LA premiere Colonne marque les nombres à fendre. La seconde, les Rochets. La troisiéme, les tours des Rochets, & la quatriéme, les parties de tours du Rochet.

EXEMPLE.

Si on veut fendre une Rouë de 420. il faut tourner un tour juste de l'Alidade pour chaque dent. Si on vouloit fendre la moitié de ce nombre qui est 210. il faudroit tourner deux tours pour chaque dent.

Si on a une Rouë à fendre en 102. il faut prendre un Rochet de 17. tourner 4. tours entiers, & retrograder pour augmenter les 4. tours de 2. dents qui font deux 17es. Les Alidades que l'on a ajustées pour cela avant de commencer la Rouë, font qu'on ne peut s'y méprendre.

AUTRE EXEMPLE.

Si on veut fendre une Rouë en 405. on prend un Rochet de 27. on tourne un tour, & un 27e. du Rochet pour chaque dent à fendre.

Mais si la Rouë à fendre excedoit le nombre de 420. pour lors il n'y auroit plus de tour entier à faire faire aux Alidades. Ce sera toujours moins des dents du Rochet. Par exemple, on veut fendre une Rouë de 430. on trouvera dans la seconde Colonne un Rochet de 43. il faudra disposer les Alidades de maniere qu'elles fassent un tour moins une dent. Autre exemple. On veut une Rouë de 800. il faut prendre un Rochet de 40. tourner un tour moins 19. dents, c'est-à-dire, faire un demi-tour, & une dent de plus. Quand on connoît la Machine cela est plus aise qu'il ne paroît.

L'Auteur de cette Machine n'en a donné que l'idée au Sr Enderlin, qui l'a executé le premier; mais la Table qu'il a fait pour son usage particulier n'étoit qu'environ le quart de celle-ci, & elle étoit si confuse que personne n'a pû la déchiffrer.

Nombre

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
102	17	4 tours	2 dents.	148	37	2 tour	31 dents.
104	26	4 . .	1	150	5	2 . .	4
105	21	4 . .	1	152	38	2 . .	29
106	53	3 . .	51	153	51	2 . .	38
108	9	3 . .	8	154	11	2 . .	8
110	11	3 . .	9	155	31	2 . .	22
111	37	3 . .	29	156	13	2 . .	9
112	28	3 . .	21	158	79	2 . .	52
114	19	3 . .	13	159	53	2 . .	34
115	23	3 . .	15	160	8	2 . .	5
116	29	3 . .	18	161	23	2 . .	14
117	39	3 . .	23	162	27	2 . .	16
118	59	3 . .	33	164	41	2 . .	23
120	12	3 . .	6	165	11	2 . .	6
222	61	3 . .	27	166	83	2 . .	44
123	41	3 . .	17	168	14	2 . .	7
124	31	3 . .	12	170	17	2 . .	8
125	25	3 . .	9	171	57	2 . .	26
126	21	3 . .	7	172	43	2 . .	19
128	32	3 . .	9	174	29	2 . .	12
129	43	3 . .	11	175	35	2 . .	14
130	13	3 . .	3	176	44	2 . .	17
132	11	3 . .	2	177	59	2 . .	22
134	67	3 . .	9	178	89	2 . .	32
135	9	3 . .	1	180	18	2 . .	6
136	34	3 . .	3	182	91	2 . .	28
138	23	3 . .	1	183	61	2 . .	18
140		3 tours		184	46	2 . .	13
141	47	2 . .	46	185	37	2 . .	10
142	71	2 . .	68	186	31	2 . .	8
144	12	2 . .	11	188	47	2 . .	11
145	29	2 . .	26	189	9	2 . .	2
146	73	2 . .	46	190	19	2 . .	4
147	21	2 . .	18	192	32	2 . .	6

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
194	97	2 tours	16 dents.	238	119	1 tour	91
195	39	2 . .	6	240	4	1 . .	3
196	7	2 . .	1	242	121	1 . .	89
198	33	2 . .	4	243	81	1 . .	59
200	10	2 . .	1	244	61	1 . .	44
201	67	2 . .	6	245	49	1 . .	35
202	101	2 . .	8	246	41	1 . .	29
204	17	2 . .	1	248	62	1 . .	43
205	41	2 . .	2	249	83	1 . .	57
206	103	2 . .	4	250	25	1 . .	17
207	69	2 . .	2	252	21	1 . .	14
208	52	2 . .	1	254	127	1 . .	83
210		2 tours		255	17	1 . .	11
212	54	1 . .	51	256	64	1 . .	41
213	71	1 . .	69	258	43	1 . .	27
214	107	1 . .	103	260	13	1 . .	8
215	43	1 . .	41	261	87	1 . .	53
216	36	1 . .	34	262	131	1 . .	79
217	31	1 . .	29	264	22	1 . .	13
218	109	1 . .	101	265	53	1 . .	31
219	73	1 . .	67	266	133	1 . .	77
220	11	1 . .	10	267	89	1 . .	51
222	37	1 . .	33	268	67	1 . .	38
224	56	1 . .	49	270	9	1 . .	5
225	15	1 . .	13	272	68	1 . .	37
226	113	1 . .	97	273	91	1 . .	49
228	38	1 . .	32	274	137	1 . .	73
230	23	1 . .	19	275	55	1 . .	29
231	11	1 . .	9	276	23	1 . .	12
232	58	1 . .	54	278	139	1 . .	71
234	39	1 . .	31	279	93	1 . .	47
235	47	1 . .	37	280	14	1 . .	7
236	59	1 . .	46	282	47	1 . .	23
237	79	1 . .	61	284	71	1 . .	34

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
285	19	1 tour	9	332	83	1 tour	22
286	143	1 . .	67	333	111	1 . .	29
288	24	1 . .	11	334	167	1 . .	43
290	29	1 . .	13	335	67	1 . .	17
291	97	1 . .	43	336	28	1 . .	7
292	73	1 . .	32	338	169	1 . .	41
294	21	1 . .	9	339	113	1 . .	27
295	59	1 . .	25	340	17	1 . .	4
296	74	1 . .	31	342	57	1 . .	13
297	99	1 . .	41	344	86	1 . .	19
298	149	1 . .	61	345	23	1 . .	5
300	5	1 . .	2	346	173	1 . .	37
302	151	1 . .	59	348	29	1 . .	6
303	101	1 . .	39	350	5	1 . .	1
304	76	1 . .	29	351	117	1 . .	23
305	61	1 . .	23	352	88	1 . .	17
306	51	1 . .	19	354	59	1 . .	11
308	11	1 . .	4	355	71	1 . .	13
309	103	1 . .	37	356	89	1 . .	16
310	31	1 . .	11	357	119	1 . .	21
312	26	1 . .	9	358	179	1 . .	31
314	157	1 . .	53	360	6	1 . .	1
315	21	1 . .	7	362	181	1 . .	29
316	79	1 . .	26	363	121	1 . .	19
318	53	1 . .	17	364	91	1 . .	14
320	16	1 . .	5	365	73	1 . .	11
321	107	1 . .	33	366	61	1 . .	9
322	161	1 . .	49	368	92	1 . .	13
324	27	1 . .	8	369	123	1 . .	17
325	65	1 . .	19	370	37	1 . .	5
326	163	1 . .	47	372	31	1 . .	4
327	109	1 . .	31	374	187	1 . .	23
328	82	1 . .	23	375	25	1 . .	3
330	11	1 . .	3	376	94	1 . .	11

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
378	63	1 tour	7	124	106	1 T. m.	1 dent.
380	38	1 . .	4	125	85	1 . .	1
381	127	1 . .	13	126	71	1 . .	1
382	191	1 . .	19	428	107	1 . .	2
384	32	1 . .	3	429	143	1 . .	3
385	77	1 . .	7	430	43	1 . .	1
386	193	1 . .	17	432	72	1 . .	2
387	129	1 . .	11	434	31	1 . .	1
388	97	1 . .	8	435	87	1 . .	3
390	13	1 . .	1	436	109	1 . .	4
392	98	1 . .	7	438	73	1 . .	3
393	131	1 . .	9	440	22	1 . .	1
394	197	1 . .	13	441	21	1 . .	1
395	11	1 . .	1	442	221	1 . .	11
396	66	1 . .	4	444	37	1 . .	2
398	199	1 . .	11	445	89	1 . .	5
399	133	1 . .	7	446	223	1 . .	13
400	20	1 . .	1	447	149	1 . .	9
402	67	1 . .	3	448	112	1 . .	7
404	101	1 . .	4	450	15	1 . .	1
405	27	1 . .	1	452	113	1 . .	8
406	203	1 . .	7	453	151	1 . .	11
408	34	1 . .	1	454	227	1 . .	17
410	41	1 . .	1	455	91	1 . .	7
411	137	1 . .	3	456	38	1 . .	3
412	104	1 . .	1	458	229	1 . .	19
414	69	1 . .	1	459	153	1 . .	13
415	83	1 . .	1	460	23	1 . .	2
416	104	1 . .	1	462	77	1 . .	7
417	139	1 . .	1	464	116	1 . .	11
418	209	1 . .	1	465	93	1 . .	9
420		1 tour		466	233	1 . .	23
422	211	1 T. m.	1 dent.	468	78	1 . .	8
423	141	1 T. m.	1	469	67	1 . .	7

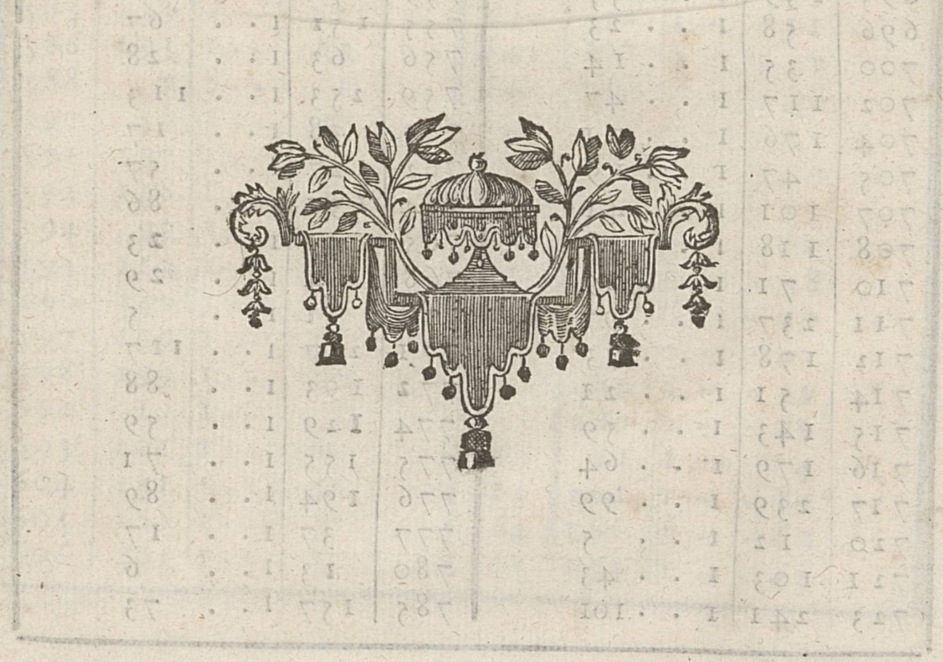
Nombre à fendre.	Rochet.	Tours. Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours. Parties.
470	47	1 T. m. 5 dents.	515	103	1 moins 19
471	157	1 . . . 17	516	43	1 . . 8
472	118	1 . . . 13	518	259	1 . . 49
474	79	1 . . . 9	519	173	1 . . 33
475	95	1 . . . 11	520	26	1 . . 5
476	119	1 . . . 14	522	87	1 . . 17
477	159	1 . . . 19	524	131	1 . . 26
478	239	1 . . . 29	525	35	1 . . 7
480	8	1 . . . 1	526	263	1 . . 53
482	241	1 . . . 31	528	44	1 . . 9
483	161	1 . . . 21	530	53	1 . . 11
484	121	1 . . . 16	531	177	1 . . 37
485	97	1 . . . 13	532	133	1 . . 28
486	81	1 . . . 11	534	89	1 . . 19
488	122	1 . . . 17	535	107	1 . . 23
489	163	1 . . . 23	536	134	1 . . 29
490	49	1 . . . 7	537	179	1 . . 39
492	41	1 . . . 6	538	269	1 . . 59
494	247	1 . . . 37	540	9	1 . . 2
495	33	1 . . . 5	542	271	1 . . 61
496	124	1 . . . 19	543	181	1 . . 41
498	83	1 . . . 13	544	136	1 . . 31
500	25	1 . . . 4	545	109	1 . . 25
501	167	1 . . . 27	546	91	1 . . 21
502	251	1 . . . 41	548	137	1 . . 32
504	6	1 . . . 1	549	183	1 . . 43
505	101	1 . . . 17	550	55	1 . . 13
506	253	1 . . . 43	552	46	1 . . 11
507	169	1 . . . 29	554	277	1 . . 67
508	127	1 . . . 22	555	37	1 . . 9
510	17	1 . . . 3	556	139	1 . . 34
512	128	1 . . . 23	558	93	1 . . 23
513	171	1 . . . 31	560	28	1 . . 7
514	257	1 . . . 47	561	187	1 . . 47

Nombre à fendre.	Rocher.	Tours. Parties.	Nombre à fendre.	Rocher.	Tours. Parties.
562	281	1 T. m. 71	608	152	1 moins 47
			609	203	1 . . 63
564	47	1 . . . 12	610	61	1 . . 19
565	113	1 . . . 29	612	51	1 . . 16
566	283	1 . . . 73	615	41	1 . . 13
567	180	1 . . . 49	618	103	1 . . 33
568	142	1 . . . 37	620	31	1 . . 10
570	19	1 . . . 5	621	207	1 . . 67
572	143	1 . . . 38	624	104	1 . . 34
573	191	1 . . . 51	625	125	1 . . 41
574	287	1 . . . 77	627	209	1 . . 69
575	115	1 . . . 31	628	157	1 . . 52
576	48	1 . . . 13	630	3	1 . . 1
578	289	1 . . . 79	632	158	1 . . 53
579	193	1 . . . 53	633	211	1 . . 71
580	58	1 . . . 16	635	127	1 . . 43
582	97	1 . . . 27	636	53	1 . . 18
584	146	1 . . . 41	639	213	1 . . 73
585	39	1 . . . 11	640	32	1 . . 11
586	293	1 . . . 83	642	107	1 . . 37
588	7	1 . . . 2	644	161	1 . . 56
590	59	1 . . . 17	645	43	1 . . 15
591	197	1 . . . 57	648	54	1 . . 19
592	148	1 . . . 43	650	65	1 . . 23
594	99	1 . . . 29	651	31	1 . . 11
595	119	1 . . . 35	652	163	1 . . 58
596	149	1 . . . 44	654	109	1 . . 39
597	199	1 . . . 59	655	131	1 . . 47
598	299	1 . . . 89	656	164	1 . . 59
600	10	1 . . . 3	657	219	1 . . 79
603	201	1 . . . 61	660	11	1 . . 4
604	151	1 . . . 46	663	221	1 . . 81
605	121	1 . . . 37	664	166	1 . . 61
606	101	1 . . . 31	665	133	1 . . 49

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.	Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
666	111	1 T. m.	41	724	181	1 T. m.	76
668	167	1 . .	62	725	145	1 . .	61
669	223	1 . .	83	726	121	1 . .	51
670	67	1 . .	25	728	26	1 . .	11
672	56	1 . .	21	729	243	1 . .	103
675	45	1 . .	17	730	73	1 . .	31
676	169	1 . .	64	732	61	1 . .	26
678	113	1 . .	43	735	7	1 . .	3
680	34	1 . .	13	738	123	1 . .	53
681	227	1 . .	87	740	37	1 . .	16
684	57	1 . .	22	741	247	1 . .	107
685	137	1 . .	53	742	53	1 . .	23
688	172	1 . .	67	744	62	1 . .	27
690	23	1 . .	9	745	149	1 . .	65
692	173	1 . .	68	748	187	1 . .	82
693	231	1 . .	91	750	25	1 . .	11
695	139	1 . .	55	753	251	1 . .	111
696	58	1 . .	23	755	151	1 . .	67
700	35	1 . .	14	756	63	1 . .	28
702	117	1 . .	47	759	253	1 . .	113
704	176	1 . .	71	760	38	1 . .	17
705	47	1 . .	19	762	127	1 . .	57
707	101	1 . .	41	764	191	1 . .	86
708	118	1 . .	48	765	51	1 . .	23
710	71	1 . .	29	768	64	1 . .	29
711	237	1 . .	97	770	11	1 . .	5
712	178	1 . .	73	771	257	1 . .	117
714	51	1 . .	21	772	193	1 . .	88
715	143	1 . .	59	774	129	1 . .	59
716	179	1 . .	64	775	155	1 . .	71
717	239	1 . .	99	776	194	1 . .	89
720	12	1 . .	5	777	37	1 . .	17
721	103	1 . .	43	780	13	1 . .	6
723	241	1 . .	101	785	157	1 . .	73

Nombre à fendre.	Rochet.	Tours.	Parties.
786	131	1 T. m.	61
788	197	1 . .	92
789	263	1 . .	123
790	79	1 . .	37
792	66	1 . .	31
795	53	1 . .	25
796	199	1 . .	94
798	133	1 . .	63
800	40	1 . .	19

La plûpart des Nombres qui ne se trouvent point dans cette Table, peuvent se trouver par la même methode ci-devant expliqué ; mais on ne les y a pas placés, parce que les Rochets deviennent trop fort ; & par consequent la denture trop fine, ce qui fait qu'on ne peut y parvenir que difficilement : il faut voir une addition à cette machine Planche 14.



MACHINE

MACHINE

A fendre & à égaler les Rouës de Rencontre & les Rochets de Pendules.

PLANCHE XXIV.

FIGURE I.

AB. Eſt une Rouë dont la denture eſt faite en forme de mantonet, & qu'on appelle *Rochet*. Ce Rochet ſert de Platteforme. On peut le changer ſuivant le nombre que l'on veut donner à la Rouë de Rencontre. Ce Rochet eſt fixé à chaque dent par deux Pieces. La premiere eſt le Reſſort E qui tend à le faire tourner ; & la ſeconde eſt l'Etrier F qui a une branche G H *Figure* 2. qui le tient, de maniere que le Rochet eſt ſolidement arrêté. La traverſe I K de la Cage eſt percée dans ſon milieu d'une ouverture, dans laquelle entre l'Arbre du Rochet ; un Tenon L qui eſt dans le même ſens que l'ouverture, ſert à porter l'Echantillon dont on parlera dans la ſuite. Sur la traverſe I K ſont deux Pieces à couliſſe. La premiere M eſt un Montant que l'on peut fixer au moyen des Vis 1. 2. & qui porte le ſupport N que l'on peut auſſi fixer par la Vis 3. dont l'uſage eſt de retenir le Pivot ſuperieur de l'Arbre du Rochet ; le Pivot inferieur entre dans le milieu d'une Vis placée au-deſſous de la Machine. La ſeconde Piece O P que l'on peut pareillement avancer plus ou moins de l'Arbre au moyen de la Vis Q, porte une traverſe O R *Figure* 2. qui porte le Tour S T *Figure* 3. & 4. garnie à l'ordinaire d'une Rouë dentée qui engrenne dans le Pignon, dont l'Arbre porte la Fraize. Ce Tour eſt mobile à la traverſe par les deux Vis 4. 5. autour deſquelles il fait charniere. La traverſe O R s'incline plus ou moins ſur le Doſſier P contre lequel elle eſt appliquée ; & comme cette traverſe tourne autour d'un Pivot, on l'a fixée à l'inclinaiſon néceſſaire par le moyen de l'Ecrou 7. La partie X. eſt pour ſoutenir la Vis 8. *Fig*. 4. du Tour qui ſert à regler le chemin que doit faire la Fraize, pour vérifier l'égalité de la Rouë quand elle eſt fenduë. Je me ſert d'un grand Levier que j'appellerai *Echantillon*. Il eſt composé d'une eſpece de Tour Y Z à couliſſe ſur le Tenon L, & qui ſe

peut fixer. Les Poupées de ce Tour portent des Vis, autour desquelles on fait mouvoir la traverse 6. 9. c'est-à-dire, que l'on peut l'élever & la baisser lorsque l'on échantillonne la denture de la Rouë. Cette traverse soutient l'Arbre *a. b.* A son extrêmité *a.* est la Palette *r.* qui est toujours chassée par un Ressort C. du côté des dents. L'autre extrêmité de cet Arbre porte une Aiguille *b. d.* qui par sa longueur marque sensiblement l'inégalité de la denture, en s'éloignant plus ou moins de la Pointe *e.* fixée sur la Piece *g. h.* fermement attachée sur la traverse 6. 9. de sorte que la pointe de la dent, la Palette *r.* & la Pointe *e.* se trouvent sur le même rayon qui partiroit du centre de la Rouë. Lorsque l'on échantillone une Rouë, après avoir presenté la face d'une des dents, on abbat toute la Machine pour laisser passer une seconde dent, on releve ensuite l'Echantillon, & la Palette *r.* en s'appliquant contre la dent, fait connoître par le mouvement de l'extrêmité de l'Aiguille l'égalité ou l'inégalité de la denture; au moyen de cette Machine on est assuré de la perfection de la Rouë. La Machine sert également pour les Rochets.

Le Talon 10. sert à regler l'abbatage de l'Echantillon, en s'appuyant sur le Tenon L. La Manivelle 11. est pour faire tourner la Rouë 12. La Vis 13. *Fig.* 1. sert à regler le mouvement de l'Etrier F. Le Tenon 14. est pour fixer la Machine dans l'Etau, lorsque l'on fend la Rouë, & le Tenon 15. *est aussi* pour la fixer lorsque l'on l'échantillonne.

MACHINE

A tailler des Fusées à droite & à gauche avec la même Vis, Par le Sr REGNAULT, de Chaalons.

PLANCHE XXV.

LES Pieces & & *x* marquent le Chassis qui porte les Pieces depuis *Z.* jusqu'en V. *z.* V. Est un Arbre que l'on peut tarauder à droite ou à gauche; cela ne fait rien quoique celui-ci le soit à gauche, & dans le sens que sont taillées les Fusées à l'ordinaire. Cet Arbre est fixé sur la Piece *x.* par ces deux Tenons *g. g.* qui sont la même Piece que *x.* en le faisant entrer par *g.* on passe ensuite une Piece en forme de Canon taraudée en dedans *y* sur le même pas que la Vis. On place sur la même

Vis une autre Piece taraudée X qui sert à déterminer le nombre de tours que l'on veut mettre sur la Fusée. On passe l'Arbre dans le Tenon *g*. & après avoir placé la Manivelle T dessus en *m*. dont le bout est quarré, on le fixe par le moyen de l'Ecrou *n*. A la Piece *y*. est jointe celle *f*. ou petit bras par la Cheville Z qui fait charniere avec elle. Et comme cette Piece *f*. est fixée au Chassis par une autre Cheville au point K, ce point lui sert de centre lorsque l'on tourne l'Arbre. Par le moyen de la Manivelle la vis fait avancer ou vers *g*. ou vers X. La Piece *y*. ne peut tourner avec la Vis & se promene seulement dessus. Ce mouvement d'aller & de venir est répeté sur le grand bras *e*. par le moyen de la traverse *a*. *a*. que l'on fixe sur l'un & sur l'autre bras par les Chevilles *b*. que l'on met dans les trous dont on a besoin à proportion des hauteurs de Fusée. Ce grand bras *e*. a vers son milieu un emboëttement L percé quarrément dans lequel passe la Piece L, dont une partie de la longueur est limée quarré; elle remplit l'emboëttement L. L'autre partie est taraudée & passée dans un Ecrou N; elle sert à faire avancer ou reculer la Piece L, qui, à l'autre extrêmité, porte une tête fenduë, dans laquelle on fixe à charniere la Piece H par la Cheville I, laquelle Piece H porte à l'autre bout l'Echope G qui passe au travers de la tête de cette Piece où elle est fixée par la Vis 7. L'Arbre *z*. V. porte une allonge ou assiette C percée en Canon, laquelle entre dans l'Arbre, & y est fixée par une Cheville à l'endroit *z*. C'est dessus cette assiette que l'on fait porter la bâse de la Fusée A, dont la tige entre dans le Canon B du tasseau ou assiette. Cette Fusée est fixée à cet endroit par l'autre Vis D pour y être taillée.

Tout étant ainsi disposé, il faut considerer deux mouvemens differens au grand bras *e*. Par exemple, si on le fixe au Chassis par une de ses extrêmités & par la Cheville R, & que l'on tourne la Manivelle T, tellement que la Piece *y*. avance vers *g*. & qu'alors on baisse la Barre H qui porte l'Echope G jusqu'à ce qu'elle touche la superficie de la Fusée A, cette Fusée se taillera dans le sens que la Vis de l'Arbre *z*. V est taraudée, qui est à gauche. Si au contraire on ôte la Cheville R qui servoit à fixer le grand Bras *e*, & que l'on donne à ce grand Bras pour centre de mouvement le Point P, en y plaçant la Vis *p*. dont l'assiette O arrête le grand bras; alors si vous tournez la Manivelle dans le même sens que vous avez fait ci-devant, le haut du grand

Bras *e.* ira vers W, au lieu qu'auparavant il alloit vers *d*; la Piece H par conſequent ira auſſi dans un ſens contraire à celui qu'il avoit auparavant. Ainſi on ne taillera la Fuſée que lorſque l'on tournera la Manivelle de l'autre côté. Il faut obſerver de retourner le bec de l'Echope G de l'autre côté quand on veut tailler à droite. La portion de cercle Q Q eſt pour contenir le grand Bras par le bout, & paſſe dans un empatement fait à la Piece S qui tient au Chaſſis. On voit que le bout ſuperieur du Bras *e.* eſt fendu en Fourche dans laquelle paſſe la Barre *d.* pour lui ſervir de guide, lorſque l'on a ôté la Vis *p.* & remis la Cheville R pour tailler à gauche.

Il faut auſſi que la Piece F ſoit fenduë afin de ſervir d'appui à la Piece H lorſqu'on la fait deſcendre pour que l'Echope touche à la Fuſée.

MACHINE
POUR TAILLER DES FUSE'ES.
PLANCHE XXVI.

CETTE Machine eſt compoſée d'une Equerre A B C D. La longue Branche B C D porte un Tenon qui ſert à fixer l'Outil dans l'Etau E. La Partie C D eſt moins épaiſſe & moins large que la partie C B; ce qui fait que la Poupée G peut s'approcher ou s'éloigner de la premiere, toutes deux ſe peuvent fixer par les vis H H. La Poupée F & le petit côté B A de l'Equerre portent l'Arbre I K fait en vis dans ſa partie K L ſeulement. Cet Arbre tourne librement ſur lui-même au moyen de la Manivelle M ſans que la Poupée F change de place; mais l'Ecrou N peut avancer & reculer dans la diſtance K L ſuivant le ſens dont on tourne la Manivelle : c'eſt à l'Ecrou N que tient la Piece O P par le moyen d'une Cheville. Cette Piece qui eſt ouverte ſuivant ſa longueur dans le milieu de ſa largeur, eſt enchaſſée dans les deux Pieces Q R où elle ſe peut mouvoir autour des deux Chevilles 2. 3. qui la traverſent, de maniere que les deux Pieces Q R ſont à l'égard de la Piece O P ce qu'une Châpe eſt à l'égard d'une Poulie, de ſorte qu'elle roule autour des deux Chevilles; ce qui regle le nombre des filets ſur la Fuſée S qui tient par une tige à une petite Tenaille I pratiquée à l'extrêmité

de l'Arbre K L I, de façon qu'elle tourne avec l'Arbre. L'autre bout de cette même Fusée est soutenu par la pointe de la Vis T qui traverse la Poupée G, dans laquelle elle est taraudée. Un second Ecrou 4. sert à tenir cette vis. La Piece B qui est unie à celle A B est percée de deux rangées de trous R 3. qui correspondent à deux pareilles Q 2. fait à la Châpe Q. Cette Châpe tient au quarré V dans lequel on assujetti par une vis la traverse qui porte le quarré Z dans lequel passe le Burin 5. 6. Ce Burin est soutenu par le Ressort Y 5. V qui flechit lorsque l'on appuye sur l'extrêmité *a.* du Levier *a. b.* mobile au point *b.* C'est par le moyen de ce Levier que l'on fait approcher le Burin 6. de la Fusée S qui taille le nombre de tours que l'on souhaite ; ce qui se fait en cette sorte.

L'on monte la Fusée que l'on veut tailler, premierement dans la petite Tenaille I où elle est affermie, ensuite on soutient l'autre bout par la Vis T, le nombre de tours étant déterminée, on éleve ou on abaisse les Chevilles 2. 3. jusqu'à ce que l'on trouve que la Fusée fasse, par exemple, sept tours & demie.

AUTRE MACHINE
POUR TAILLER DES FUSE'ES,
PLANCHE XXVII.
FIGURE 1.

EST un Tour qui porte à son extrêmité B deux Rouës dentées C D, lesquelles engrennent l'une dans l'autre. La Rouë superieure C est fixée sur l'Arbre E F. A l'endroit E est une Tenaille dans laquelle est saisi l'axe de la Fusée G que l'on veut tailler. L'autre bout de la Fusée est retenu par une Coulisse H A. La Fusée G & l'Arbre E F ne faisant qu'une seule Piece, tournent ensemble au moyen de la Manivelle.

La Rouë D mise en mouvement par la premiere Rouë C fait tourner la Vis I K qui est fixée à son centre. L'Ecrou L peut suivre sa longueur. Cet Ecrou porte le Levier M N qui lui est assemblé en M par une forte Charniere. C'est ce Levier qui est entraîné par l'Ecrou qui porte le Burin P qui taille la Fusée.

Ce Burin tient au Levier par une petite vis. Les pas de la Fusée sont déterminés par le nombre des Roues, c'est-à-dire, que si on veut des pas serrés, il faudra donner à la Rouë D plus de dents, & si au contraire on veut tenir les pas fort éloignés, il en faut moins; ainsi l'usage de cette Machine demande que l'on ait plusieurs Rouës: on pourra marquer sur ces Rouës le nombre des pas qu'elles font faire; avec la hauteur de la Fusée on marquera aussi la largeur des Couteaux; on évitera par ce moyen l'embarras de chercher. La Poupée B se peut démonter au moyen de quatre vis qui retiennent l'endroit où est enfermée l'Arbre. La Vis V garnie d'un contre-Ecrou est pour fixer la grande Vis.

* *Fig.* 2. *Planche* 27. La seconde Machine est plus composée que les deux précédentes; elle consiste en une monture de Tour formée de trois Poupées A B C fixée sur la barre du Tour. La premiere Poupée A porte une Vis D qui soutient la Fusée du côté de sa petite bâse. Les deux autres Poupées B C portent l'Arbre E F. A l'extrêmite E est assujetti la Fusée, & à l'autre bout est une Manivelle qui sert à faire tourner l'Arbre, & par conséquent la Fusée, puisqu'elle y est fermement attachée.

La Partie F G de cet Arbre est faite en vis qui fait mouvoir l'Ecrou brisé H, dont on voit le Profil dans la *Figure* 3. qui peut se serrer plus ou moins par le moyen d'une forte Vis. Sur cet Ecrou est adaptée la Piece I K par l'extrêmité I. Son autre extrêmité K tient aussi par une Cheville à la Poupée C. Cette Piece qui est fenduë suivant sa longueur porte un grain L pour recevoir l'extrêmité de la Vis M qui est le point d'appui de la Piece N O P mobile dans les Poupées A B. C'est dans cette Piece qu'est enchassée celle I K. Son ouverture répond à l'ouverture N O faite à la partie mobile N O P. Le chemin que cette Piece fait est déterminé par l'éloignement du point d'appui M du centre I, c'est-à-dire, que plus elle en sera éloignée, moins sa partie superieure O fera de chemin, & au contraire plus on descendra le grain L ou la Vis M vers le centre I, plus l'autre extrêmité O décrira de grands Arcs, par conséquent plus aussi la Piece mobile O P fera de chemin; c'est ce qui donne les différens pas des Fusées.

Le point d'appui M se change par le moyen d'une Vis Q qui fait monter & descendre la double Equerre R, ensemble la Vis M & le Grain L *Figure* 3. dans lequel elle entre. Le parallelisme de cette double Equerre est entretenu par le second Arbre S

* Cette Machine, *Fig.* 2. est de Pierre FARDOIL, Maître Horloger à Paris.

vertical, le long duquel elle peut aisement couler, & porte une Index T qui indique sur les Tiges angulaires tracées sur la Poupée C, les hauteurs de differentes Fusées, depuis la plus petite jusqu'à la plus grande qui puisse être employés dans les Montres, de maniere qu'ayant une Fusée à tailler, en ayant pris la hauteur avec un Compas ordinaire, & cherchant comme sur un Compas de proportion la division à laquelle elle répond en posant une jambe du Compas sur une ligne, & l'autre sur l'autre, & faisant descendre ou monter le centre au degré marqué, on a le point d'appui pour les tours que la Fusée de cette grandeur exige. Le second Tour qui est à la partie inferieure de la double Equerre est pour changer la Cheville M afin d'approcher le plus près qu'il est possible du centre I lorsque l'on a de plus grande Fusée à tailler.

La Piece mobile O P porte un Arbre V X mobile sur deux points; il porte deux Bras Y Z. Le Burin qui taille la Fusée est assujetti au premier Bras Y par le moyen de deux Vis. Le second Bras Z frotte le long d'une Courbe W taillé suivant la figure de la Fusée, de sorte qu'elle sert à regler l'enfoncement du Couteau sur la superficie de la Fusée. Le Bras 7. *Fig.* 4. que l'on abbat avec la main, sert à faire porter le Burin Y sur la Fusée pendant que l'autre Bras Z frotte dans la concavité de la Courbe W qui est jointe autour par une espece de Tenaille 9. Les deux Bras Y Z sont affermis par une traverse 10. contre laquelle donne un Arboutant 11. qui contient le Couteau dans une même direction; c'est-à-dire, qu'il ne peut vaciller d'aucun côté, arboutant aussi contre le montant V. La Fusée se fixe à l'extrêmité E sur un Mandrin d'acier 12. de figure Eliptique, & qui porte deux Chevilles. Le Mandrin a un Canon taillé à pan qui entre dans un trou de même figure pratiqué dans l'épaisseur de l'Arbre. On monte premierement la Fusée dans une Plaque 13. qui a deux Coches dans lesquelles s'engagent les Chevilles du Mandrin 12. Cette Plaque porte un grain que l'on serre par une Vis; par ce moyen la Fusée se trouve parfaitement unie à l'Arbre.

Les doubles Ecrous 14. servent à la vis qui retient la Piece dans laquelle la partie K est chevillée. On a mis deux vis aux extrêmités des Poupées A B parce que ces Poupées sont fenduës, & l'on place dans ces ouvertures des Coussinets 15. qui portent dessus de petites Lames de cuivre, sur lesquelles se fait la pression des vis. On conserve par-là la Piece mobile O P en empêchant que les bouts de ces même Vis ne la rayent.

Il faut ici remarquer que les premiers tours de la Fusée doivent être un peu plus éloignés les uns des autres que les tours suivans qui sont à même distance ; car les diametres étant plus grands, il est nécessaire de réserver une certaine épaisseur dans les premiers pas. Pour faire que la Machine produise d'elle-même cet effet, on éleve d'une fort petite quantité la Piece mobile en lui donnant une certaine inclinaison, de maniere qu'elle ne soit pas tout-à-fait paralleleà l'Arbre E G. Pour cet effet on place dessous cette Piece, dans l'ouverture de la Poupée A, de petites Lames de cuivre qui lui donnent une inclinaison presque insensible ; ce qui fait que cette Piece changeant de centre, les premiers pas sont toujours un peu plus écartés que ceux qui les suivent. Il est évident que cette Machine est préferable à tous égards aux deux précédentes, parce que, 1°. On a la commodité de trouver tout d'un coup le centre qui convient à une Fusée au moyen du Compas de proportion, tracé sur la Poupée C.

2°. Le centre ou point d'appui de la Piece mobile est sans équivoque, puisque l'on entretient le parallelisme de l'Equerre qui porte la Cheville M.

3°. La Piece mobile étant aussi solide qu'elle est, ne peut fléchir en aucun sens ; c'est ordinairement cette Piece qui fatigue le plus, supportant tout l'effort employé sur le Burin pour vaincre la résistance du métail. Ainsi il est important que cette Piece soit faite au mieux ; le moindre petit jeu dans ces sortes de Machines devenant très-sensibles sur la Fusée.

4°. Le Burin ne sçauroit se déranger ; outre qu'il est retenu sur sa tranche par deux Vis, il est encore entretenu dans sa direction par un arcboutant.

5°. La maniere d'incliner la Piece mobile est très-ingénieusement imaginée, puisque par-là on a les pas de la Fusée de la force qu'il convient qu'elle soit toujours en diminuant en tirant du côté de la partie basse.

Il faut aussi considerer l'Ecrou H & *h Fig.* 3. comme une des Pieces la plus essentielle qui fait ressort par ses extrêmités que l'on rend à la justesse que l'on veut, sans autre frottement que celui de la Vis dans son Ecrou.



MACHINE

MACHINE

Qui sert à plusieurs operations d'Horlogerie, inventée par Pierre FARDOIL, *Maître Horloger à Paris.*

PLANCHE XXVIII.

LES proprietés de cette Machine sont, 1°. De trouver les degrés d'ouverture des Palettes d'une Verge de Balancier de Montre. 2°. De donner la longueur des mêmes Palettes. 3°. De déterminer l'inclinaison de la denture de la Roüe de Rencontre.

La premiere *Figure* represente la Machine en entier, dont on détache les parties suivant la nature de l'operation : Par exemple, la *Figure* 2. qui est pour trouver les degrés d'ouvertures des Palettes, est composée d'un Tour E F garni de ses pointes. Voyez la *Fig.* 2. & 2. *bis. Planche* 29. Sur la Poupée F est fixée une Plaque de cuivre G H qui porte un Rateau I qui engrenne dans le Pignon G. Au centre de ce Pignon est attachée une Aiguille qui marque les degrés sur un cercle divisé depuis 80. jusqu'à 120. Au centre du Rateau 1. est une seconde Aiguille K. Son extrêmité L doit être assez pesante pour emporter l'autre partie K. Cette Aiguille est mobile sur la pointe du Tour. Une seconde Piece M qui peut se mouvoir suivant la largeur du Tour, sert de terme à une des Palettes du Balancier, pendant que l'Aiguille K s'applique contre la seconde Palette pour en donner l'ouverture ; ce qui se fait en cette sorte.

On place le Balancier entre ces deux pointes du Tour *Fig.* 2. *Planche* 29. ensuite on fixe le Balancier en presentant la pointe *m* vis-à-vis d'une des Palettes. Le Cocq 2. qui paroît dans les *Développemens, Fig.* 2.*bis. Planche* 29. tend aussi à s'apliquer contre l'autre Palette. L'extrêmité K de l'Aiguille, *Fig.* 2. *Planche* 28. étant arrêté, on fait tourner par le moyen de la premiere Aiguille le Pignon G jusqu'à ce que la pointe I que porte le Rateau, se trouve vis-à-vis de la pointe K de la seconde Aiguille ; pour lors la premiere Aiguille du Pignon G donne sur le Cadran le degré d'ouverture demandé. La *Fig.* 4. que l'on fixe sur la Poupée E sert à trouver la largeur des mêmes Palettes par rapport à la distance des dents de la Roüe de Rencontre. Cette Piece est composée du Levier coudé N O P mobile au point O. Etant assujettie

à la Poupée, son extrêmité N tend à s'approcher fort près du centre des pointes du Tour, par le moyen d'un Ressort placé au-dessous de cette Piece. Son autre extrêmité P est faite comme un Outil à égaler les Rouës de Rencontre, avec lequel on prend la distance de deux dents de la Rouë de Rencontre pour laquelle on fait la Verge de Palette. Sur la Piece qui porte ce Levier coudé, on fait faire aux deux extrêmités le mouvement contraire par la Vis Q qui tend à contraindre le Ressort, & par conséquent à faire éloigner l'extrêmité N des pointes du Tour, pendant que l'autre extrêmité P tend à s'approcher. C'est à cette extrêmité P que l'on échantillonne la Rouë de Rencontre, en prenant l'ouverture d'une de ses dents, ensuite le Balancier étant entre les deux pointes du Tour, on presente l'extrêmité N aux Palettes, & l'on connoît par-là si elles sont de la longueur requise; car il faut qu'elles puissent passer entre le bout N sans cependant qu'elles y passent trop librement, mais avec un léger frottement.

La partie *Fig.* 5. est pour connoître l'inclinaison de la denture de la Rouë de Rencontre; elle se fixe encore sur la même Poupée E. Elle consiste en un quart de cercle R denté, autour duquel engrenne un Pignon qui marque sur un Cadran S fixé à l'Alidade S T, pendant que cette même Alidade marque par sa ligne de foi les degrés sur le quart de cercle divisé en 90. Cette Alidade porte à sa Charniere T une Coulisse que l'on fait tomber sur le champ de la Rouë de Rencontre pour connoître l'inclinaison que ses dents doivent avoir; ce qui se fait en cette maniere. On place la Rouë de Rencontre entre les deux pointes, on assujetti une dent dans un terme que l'on ne peut voir ici, mais qui se découvrira dans la *Planche* suivante aux *Développemens* de cette Piece *Fig.* 5. La denture ainsi arrêtée, on fait tourner l'Alidade que l'on place au degré que l'on veut; on a les petites parties de degré sur le Cadran S; le degré une fois arrêté, on fait tomber la Coulisse T *Fig.* 5. *Planche* 28. sur le champ de la dent, & on marque un trait qui donne l'inclinaison de la dent. On répete cette operation sans cependant changer l'Alidade autant de fois qu'il y a de dents.

La quatriéme Piece *Fig.* 3. *Planche* 28. est pour voir, comme on l'a déja dit, l'égalité de cette denture. On applique cette Piece sur la premiere *Fig.* 2. à l'endroit H. On laisse la Rouë de Rencontre V entre les pointes. La Partie X Y est composée de deux

mouvemens ; elle se meut toute entiere horizontalement, & le Levier V Y Z peut s'élever & s'abaisser. L'extrêmité Z fait mouvoir un second Levier Z 4. qui est toujours élevé en enhaut par un Ressort. Ce second Levier, que l'on peut appeller Aiguille, parcourt l'Arc 4. 5. du Secteur 4. 5. 6. que l'on peut élever & abaisser avec l'Aiguille le long de sa tige par le moyen de la Vis 7. L'extrêmité 9. de la Piece X ne change point de situation, c'est-à-dire, quil se trouve toujours successivement appliqué contre les faces des dents de la Rouë de Rencontre, de même que l'extrêmité V du Levier Y Z ; mais pour peu qu'il y ait d'inégalité dans la denture, le bout 4. de l'Aiguille se fait sensiblement appercevoir. Voici comme on reconnoît ces inégalités.

Après avoir placé la Rouë de Rencontre dans les pointes du Tour, on engage les extrêmités 9. V dans l'intervale d'une dent, après quoi on éleve ou on abaisse par ce moyen la Vis 7. le Secteur 4. 5. 6. jusqu'à ce que la pointe 3. réponde à la pointe 4. de l'Aiguille ; ce qui étant fait, on dégage cette dent pour en remplacer une autre ; cela se fait en poussant par le Conducteur X toute la Partie V 9. Y Z. On engage de nouveau une autre dent en tirant à soi la même Piece ; alors pour peu que cette dent differe de la premiere, l'extrêmité varie, & se détourne considerablement de la pointe 3. par-là on reconnoît l'imperfection de la denture. On observera que l'extrêmité Z de l'Aiguille 4. est assez large pour permettre au Levier Z Y de mouvoir lorsque l'on dégage la dent sans pour cela que les autres extrêmités V 9. se puissent déranger.

EXPLICATION

Des Développemens de cette Machine.

PLANCHE XXIX.

FIGURE 2.*

EST la premiere partie qui porte l'Aiguille B. Le Rateau C est le Pignon qui fait mouvoir la petite Aiguille des divisions D. E est la même Plaque détachée du Tour. Les Pieces sont aussi détachées & posées dessous leurs profils marqués des mêmes lettres en Italique. 2. Est le petit Cocq qui s'applique

contre une des Palettes, pendant que le terme M retient. F F *Fig.* 3. est le grand Levier qui fait mouvoir l'Aiguille G qui marque les inégalités des dents.

H Est une Vis qui sert à hausser & baisser le Secteur. I est le Secteur avec ses pointes. K est le Conducteur avec la Vis L qui tient le grand Levier. N est le Ressort qui sert à entretenir ferme toutes ces Pieces contre la Partie O qui les porte.

P P *Fig.* 2. est le Tour garni de ses pointes avec le terme *m* qui peut couler suivant la largeur de ce Tour. Q R est une Piece qui sert à l'inclinaison des dents de la Roüe de Rencontre. R est le cercle porté par l'Alidade. Cette Piece traversée, l'on voit le petit Tenon S qui sert à fixer la Roüe de Rencontre, lorsque l'on veut marquer sur son champ l'inclinaison de sa denture. S R est l'Alidade vûë de differens sens.

T V *Fig.* 4. est la Piece qui sert à terminer la longueur des Palettes. L'extrêmité X est pour échantillonner la Roüe de Rencontre. La Piece renversée Z fait Ressort pour faire agir cette Piece d'un sens contraire.

6. 6. *Fig.* 2. *bis* est un petit Pont qui empêche que l'Aiguille B ne tombe.

Cette Machine est très-ingenieusement imaginée ; elle est très-utile & très-précise dans ses operations.

AUTRE MACHINE,

Pour trouver la longueur des Palettes d'un Balancier, par rapport à l'ouverture des dents de la Roüe de Rencontre.

PLANCHE XXX.

LA premiere *Figure* A B est un Tour que l'on fixe dans un Etau G. Ce Tour est garni à l'ordinaire de deux pointes entre lesquelles on place le Balancier D. Les pointes s'assujettissent par les Vis E E. Sur ce Tour est appliquée une Piece F G H qui fait charniere aux deux points G H. Le côté F G se peut approcher de la Poupée A par le moyen de la Vis I, & peut aussi s'en éloigner à une petite distance, ayant un Ressort L M qui se voit à la partie superieure de la *Planche* où le Tour est développé. Cette Piece est jointe sur le Tour ; elle arboute contre le côté F G de la Piece F H. L'extrêmité F correspond à une Pointe N

fixée sur l'épaisseur de la Poupée, de maniere que ces deux pointes (qui peuvent s'approcher fort près l'une de l'autre) sont de niveau sur la traverse G H qui fait charniere. Sur cette Piece est solidement attachée un Bras O P. L'extrêmité P qui est courbée répond au centre des pointes du Tour, ou ce qui est de même, au point du Balancier. Les deux Montans F G, la Pointe N, & le second Montant O P, sont faits avec une telle proportion, qu'ayant mis le Balancier entre les deux pointes ; de sorte que l'une des Palettes se trouve vis-à-vis de l'extrêmité P, & ayant pris avec les autres Pointes F N l'intervale des dents de la Roue de Rencontre, & faisant tourner le Balancier, le Montant O P donne à l'endroit P la largeur de la Palette ; c'est-à-dire, qu'après avoir mis les extrêmités F N à la distance qu'elles doivent être, si la Palette ne passe pas entre la Pointe P & la Tige du Balancier, c'est une marque qu'elle est trop longue, & qu'au contraire si la Palette passe à une trop grande distance de P, c'est aussi une marque qu'elle est trop courte, de maniere que pour être bien il faut qu'elle passe avec un très-petit frottement.

Cette Machine est representée de grandeur naturelle ; ainsi il sera facile de la construire par la façon dont elle est détaillée. Les Pieces, quoique détachées, sont marquées des mêmes lettres. Les lignes ponctuées marquent les endroits où chaque chose doivent êtres placés. La *Figure* R represente un petit Cube de bois enchassée dans l'épaisseur des Poupées dans lesquels passent les pointes Tour : c'est sur ces Cubes que portent les Vis E E.

AUTRE MACHINE,

Pour connoître l'ouverture des Palettes.

PLANCHE XXX.

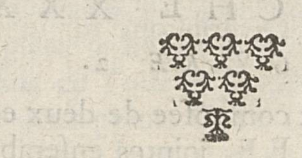
FIGURE 2.

CETTE Machine est composée de deux especes d'Equerres de cuivre A B C, D E F, jointes ensemble par un de leur côté. La premiere A B C qui est entaillée est fort large ; elle porte des pointes G H entre lesquelles on place le Balancier I qui peut tourner sur ses Pivots. La seconde Equerre D E F qui n'a pour largeur que l'épaisseur du cuivre, porte un Levier K L M mobile

au point L. Son extrêmité inferieure eſt une pointe K qui répond à une ſeconde pointe P fixée à l'Equerre. Ce Levier eſt pouſſé par une Vis Q & tenu par un Reſſort R. L'extrêmité ſuperieure M donne la largeur de la Palette, de même que dans la Machine précédente. Après avoir pris avec les pointes inferieures K P les diſtances des dents de la Rouë de Rencontre, les differens profils que l'on voit dans le haut de la *Planche* donnent le moyen de conſtruire ce Tour.

L'Outil *Fig.* 3. que l'on appelle en terme d'Horlogerie *Calibre* ou *Echantillon*, eſt pour vérifier une Rouë de Rencontre en meſurant la diſtance des dents l'une après l'autre. Il eſt formé de deux Pieces *a b c*, *d b g* unis enſemble au point *b* en maniere de Ciſeau. La premiere Piece *a b c* tient au manche, & la ſeconde *b d g* eſt mobile. L'extrêmité *g* peut s'approcher ou s'éloigner de la premiere au moyen de la Vis *h*, de ſorte qu'ayant pris la diſtance d'une dent à l'autre depuis le point *c* juſqu'au point *g*, & vérifiant les autres avec cette diſtance, on voit ſi les dents ſont égales. L'Outil qui paroît emmanché eſt de grandeur naturelle. La *Figure* qui eſt au-deſſus n'eſt que pour faire voir ſa conſtruction avec plus d'intelligence, à moins que l'on ne voulût s'en ſervir pour de très-grandes Rouës de Rencontre.

L'Echapement dans les Pendules & dans les Montres étant une partie des plus eſſentielle, on ne ſçauroit prendre trop de précaution à le former. Ainſi tout ce qui tend à ſa perfection doit être regardé comme choſe utile & néceſſaire. Il y a encore pluſieurs autres Machines pour ce même ſujet, que je n'ai pas trouvé néceſſaire de rapporter, parce qu'elles m'ont parû inferieures à celles que l'on vient d'expliquer. On en trouvera cependant encore une ci-après.



MACHINE A ENGRENAGE,

Employée à plusieurs usages.

PLANCHE XXXI.

FIGURE 1. 2. & 3.

LA Machine fixée dans l'Etau A est composée de deux Tours B C posée l'un sur l'autre. Le premier Tour B est joint au second par deux Vis D D, autour desquelles ce Tour fait charniere. Il peut s'éloigner ou s'approcher du Tour G au moyen de la Vis E qui les unis ensemble; tous deux sont garnis de pointes F F qui sont serrés entre des petits Tenons qui leurs donnent la liberté de couler. On arrête ces mêmes tiges par les Vis G G qui serrent des Cocqs H H *Fig.* 2. & 3. qui servent à les fixer.

Ayant mis dans le Tour B la Rouë L & dans le Tour C un Pignon M, on fait engrenner l'un & l'autre par le moyen de la Vis E qui approche & éloigne le Tour B, on connoît par-là si l'engrenage est bon, & on le transporte sur la Platine de la maniere suivante.

On prend le Compas *Fig.* 6. avec lequel on prend exactement la distance des pointes F F que l'on rapporte sur la Platine pour faire le Calibre.

Le second usage de cette Machine est de polir un Pignon avec sa Rouë, quand le Pignon est trop près de la Rouë, & qu'on ne veut pas le dériver, on le fait engrenner beaucoup, & on met de la Potée d'Emeri en tournant la Rouë avec un Archet, & le Pignon se poli dans les principaux endroits qu'il a besoin.

La *Fig.* 4. est une addition à ce Tour qui sert à voir si les Palettes du Balancier sont bien faites par rapport aux dents de la Rouë de Rencontre. On applique sur le Tour B une Piece d'acier R qui porte deux trous, l'un fait à un morceau de cuivre S, & l'autre à une Vis T. Une seconde Piece V X Y Z se place dans la distance S T où elle fait charniere au moyen des Pivots V X. C'est dans l'intervale Y Z que se place le Balancier qui peut tourner sur lui-même, on met ensuite la Rouë de Rencontre 3. avec la Rouë 5. qui engrenne dans son Pignon; entre les deux pointes du Tour, on presente les Palettes du Balancier, & l'on voit si elles

ſont bien ou mal faites. La Vis W eſt pour hauſſer ou baiſſer la Piece V Y. La ſeconde Vis 7. qui tient à un coude ſert à approcher ou à éloigner plus ou moins le Balancier de ſon engrenage. Cette Machine qui eſt pour les petits ouvrages eſt de grandeur naturelle. Les Profils & les Développemens ſont ſuffiſans pour donner toute l'intelligence que demande ſon exécution. Les Ecrous marquées 9. ſont pour affermir les Vis dans leurs Ecrous.

AUTRE MACHINE
A ENGRENAGE.
PLANCHE XXXII.
FIGURE 1.

AB, CD, Sont deux Tours poſés de même que les précédens l'un ſur l'autre ; ils font charniere autour des Vis E F. Le premier Tour A B a deux Poupées fixes. A B eſt une Equerre ou Poupée coulante G H I qui ſe fixe par le moyen de la Vis H.

Le ſecond Tour C D n'a qu'une Poupée fixe C & une Poupée mobile D M N. Les Poupées mobiles ſont percées aux endroits D G pour recevoir un des Pivots de la Rouë K & du Pignon P. Les autres Pivots ſont reçûs par les pointes Q R. Ces pointes coulent entre des Tenons & ſe fixent par des Cocqs S S que l'on peut ſerrer avec des Vis comme celles T. La Branche C *Fig.* 2. porte à ſa partie inferieure une portion de cercle V X Y, autour de laquelle roule la Branche A que l'on peut tenir fermée par la Vis Z *Fig.* 1. L'extrêmité V eſt faite en Vis, qui entre dans un Ecrou qui ſert à raprocher les Branches l'une de l'autre ; ce qui fait un engrenage avec plus de préciſion.

Lorſque l'on a des tiges d'une grande longueur, l'on met l'un des Pivots dans la Poupée fixe B plus épaiſſe que les autres, & qui répond à l'extrêmité de la tige coulante W, de maniere que le trou fait à la Poupée B & celui qui eſt à l'extrêmité W ſont paralleles aux deux autres Poupées. Cette Machine que l'on aſſujetti dans un Etau peut ſervir aux mêmes uſages que la précédente.

MACHINE

MACHINE A TAILLER LES LIMES.

PLANCHE XXXIII.

A A, Eſt un fort Chaſſis ſolidement attaché par quatre Vis ſur un Etabli.

B B, Eſt un ſecond Chaſſis aſſemblé à rainure dans le grand, de maniere qu'il peut ſe mouvoir en ligne droite d'un bout à l'autre. Ce ſont les quatre Tenons *x x x x Fig.* 2. qui entrent dans la Couliſſe. Ce Chaſſis en renferme un troiſiéme *Fig.* 3. Il n'y eſt ſoutenu que par les deux Pivots H H. C'eſt ſur ce dernier Chaſſis que l'on poſe la Lime que l'on veut tailler, laquelle eſt retenuë par des Barettes telle que G. La Lime eſt poſée ſur un lit d'Etain renfermé dans la Partie H H, afin que la taille ne ſe gâte pas lorſque l'on retourne la lime quand elle eſt taillée d'un côté.

8. 8. Eſt une Vis retenuë par un Colet au Tenon D 7. Son autre bout eſt taraudé dans le Bras D du Chaſſis B B. La même Vis porte la Rouë M ſur laquelle on met des Chevilles à volonté, ou plûtôt on change de Rouë ſelon la taille dont on veut faire la Lime; la même Vis porte une *Manivelle* O.

Enfin *r* K eſt un Arbre mobile dans deux Tenons qui élevent les Marteaux I I qui ont chacun leurs Palettes fixées ſur leurs Canons. Ils s'élevent & tombent quand ils ſont pris par les Chevilles que portent la Rouë, en tournant la Manivelle à droite; il en réſulte deux mouvemens. Le premier, eſt d'élever un des Marteaux qui retombe ſur le Ciſeau T *Planche* 34. & le ſecond, de faire avancer le Chaſſis B B, *Fig.* 2. *Planche* 33. & par conſéquent la Lime.

Le Ciſeau *Planche* 34. eſt tenu par une Charniere 5. 3. pouſſé par la Vis 4. & élevé par le Reſſort 6. lorſque l'on détourne cette Vis.

Quand on a taillé la Lime d'un côté, on change l'inclinaiſon du Ciſeau T qui croiſe la taille, enſuite on pouſſe l'Arbre *r* K, *Planche* 33. contre le Reſſort N, on l'arrête dans cette ſituation, pour lors la Palette L eſt priſe par les Chevilles de la Rouë M, & le ſecond Marteau frappe ſur le Ciſeau.

On voit par cette Méchanique que ſi on ne met qu'une Che-

ville sur la Rouë, que la distance des tailles sera égale aux pas de la Vis; si on en met deux, qu'elle sera moitié plus fine. S'il y en a 10 ou 12. la taille sera 10 ou 12 fois plus fine ou serré. Cette Machine travaille sans perdre de tems, c'est-à-dire, qu'en tournant la Manivelle à droite ou à gauche la lime se taille toujours, & la taille sera parfaitement égale. Le troisiéme Chassis étant mobile sur ses deux extrêmités, il obéït à l'effort; & pour que le coup soit plus assuré, on ajoûte un Tas en dos-d'âne SQ sous le Ciseau.

Si les Marteaux ne frappoient pas assez fort, on peut en mettre de proportionnés aux limes que l'on veut tailler : c'est à l'experience de l'Artiste à se procurer dans son travail toutes les choses nécessaires pour parvenir au but qu'il se propose.

MACHINE

A fendre les Rouës de Rencontre enarbré, par Pierre FARDOIL, Maître Horloger à Paris.

PLANCHE XXXV.

On sçait combien il est important d'avoir une Rouë de Rencontre égale, & combien il y a de difficulté à y parvenir seulement à un point satisfaisant; car de prétendre avoir une Rouë de Rencontre assez égale pour qu'il ne puisse s'y trouver de difference, quand elle est mise sur la Machine *Planche* 28. c'est ce qu'on ne peut raisonnablement esperer.

Pour approcher le plus qu'il est possible, l'Auteur a imaginé cet Outil *Fig.* 1. qui est tenu dans l'Etau A quand on fend la Rouë. Il faut considerer cette Machine comme étant faite sur le principe de la Machine ordinaire à fendre les Rouës. Au lieu d'une Platte-forme c'est un Rochet de 15. qui est fixé par le terme B B mobile au point C C par deux Vis à pointes. Le Ressort D D appuye sur les dents du Rochet pour l'affermir contre le terme. Les raisons qu'on a eu de se servir d'un Rochet au lieu d'une Platte-forme, c'est qu'il paroît plus aisé à égaler un Rochet que les divisions d'une Platte-forme; & comme on ne fait que trèsrarement des Rouës de Montre que du nombre de 15. ou 13. on a deux Rochets qui s'ajoûtent également sur l'Arbre sans difficulté l'un au défaut de l'autre.

Pour l'intelligence de la construction de cette Machine, il fau faire attention qu'elle ne differe nullement en principe des Machines à fendre, c'est la construction du Chassis qui fait la plus grande difference ; & avant d'expliquer les effets, il faut voir les *Développemens* à la *Planche* 36.

Fig. 1. est le Chassis sur quoi sont assemblées toutes les Pieces. *Fig.* 2. est le Profil. Et *Fig.* 3. est le Plan de dessus. Sur la traverse F G *Fig.* 2. & 3. sont assemblées à coulisse toutes les Pieces qui composent la charniere. Ces Pieces ensemble, vûës par derriere, sont à la *Fig.* 2. *Planche* 35.

Le plan ou corps sur quoi sont assemblées à coulisse toutes ces Pieces, est la *Figure* 4. *Planche* 36. 5. est le Profil. Sur la *Fig.* 4. est placé au centre la portion de Rouë marquée 6. La *Fig.* 7. est le Profil. Cette portion de Rouë & sa traverse H H peuvent tourner sur le Plan *Fig.* 4. pour incliner les dents de la Rouë de Rencontre au degré que l'on veut, comme, par exemple, 25. c'est l'Aiguille 1. *Fig.* 6. qui les marquent. Cette portion de Rouë 6. & 7. est tenuë jointe fortement contre son plan par le moyen de la Calote 8. & 9. & un Ecrou 10. & 10.

Cette Calotte 8. & 9. quoiqu'elle soit placée quarrément sur la *Figure* marqué 7. néanmoins pour plus de solidité, on a mis deux Vis qui serre le quarré, pour éviter aucun balotage, & crainte que la traverse H H *Fig.* 6. ne puissent aucunement s'ébranler en travaillant, on a mis la Vis 11. dans l'ouverture K taraudé dans la *Figure* 4. de sorte que cette Vis augmente encore la solidité de cet assemblage, en serrant la circonference de la Calotte 8. contre le Plan *Fig.* 4. maintenant on voit que la traverse H H doit être solide contre son Plan *Fig.* 4. & qu'en desserrant les Vis qui la tiennent qu'on peut la mouvoir. Les deux bouts H H portent chacun un trou fait en cône, dans lesquels entre le bout des Vis L L du Tour qui porte la Fraize. La Manivelle, une Rouë, & un Pignon *Fig.* 12. en sont le Plan.

Comme cette Méchanique est bien connuë, je n'en dirai rien de plus. Quoique la Piece *Fig.* 4. paroisse bien assurée quand elle est montée sur la traverse F G serré avec la Vis M, & qu'on ait mis les deux quares à pan pour plus de solidité & de justesse, on a jugé à propos d'augmenter encore cette solidité en ajoûtant la Piece 13. sur la même traverse avec la Vis N & un Ecrou.

Les dents qui paroissent à la portion de Rouë *Fig.* 6. sont fenduës sur le cercle de 72. pour tracer les degrés du grand cercle

de 5. en 5. parce que 5. fois 72. valent 360.

La *Fig*, 3. *Planche* 35. est le derriere de la Machine dégarnie d'une grande partie des Pieces qui la composent. F G est la traverse sur laquelle est montée la *Fig.* 2. *p* est une queuë pour tenir la Machine dans l'Etau, & cette Machine est montée sur un pied *q* pour la tenir sur l'Etabli.

Il s'agit presentement de faire voir comme on ajoûte la Rouë de Rencontre sur l'Arbre du Rochet *Fig.* 17. *Planche* 36. car cette Machine n'est uniquement que pour fendre & égaler les Rouës de Rencontre de Montre.

L'Arbre *Fig.* 14. est creux pour contenir celui 15. & celui 15. à son tour est creux pour contenir la tige & le Pignon de la Rouë. Lorsqu'on veut mettre la Rouë au centre de l'Arbre 15. on le fait chauffer pour appliquer sur son assiette de la Cire d'Espagne, & sur le champ on applique la Rouë dessus, ensuite on met l'Arbre & la Rouë sur le Tour, on le fait échauffer de nouveau & avec un Archelet, & un Outil comme le bout d'un manche de lime on met aisément la Rouë & l'Arbre rond, ensuite on met l'Arbre 15. dans celui 14. qui est indépendant de son Canon, l'assiette porte une rainure faite comme la *Fig.* 16. dans laquelle entre l'assiette *o o* de l'Arbre 15. & les trois Crochets *r s t* se tournent par-dessus ; de sorte que cet Arbre 15. fait corps avec celui 14. & si on met pour lors l'Arbre 14. sur le Tour, on trouvera que la Rouë, le Rochet & les deux Arbres tournent aussi ronds que s'ils étoient d'une Piece ; ce qui est très-essentielle.

Il s'agit encore d'une méthode qui n'est pas moins de conséquence pour centrer l'Arbre 14. sur la Machine. M[r] Fardoil l'avoit centré par un cône à l'endroit *e* qui entroit dans un trou ; mais cette maniere étoit défectueuse & sujette à erreur. J'ai changé cette méthode pour centrer la Rouë par son tigeron, comme elle est representée *Fig.* 18. Cette Piece s'ajoute dans la Fourchette V *Fig.* 2. de sorte que la Rouë & l'Arbre tournent parfaitement rond.

Il y a encore une remarque à faire qui ne doit pas être négligée ; c'est qu'en fendant la Rouë on la rend quelquefois fort inégale en appuyant plus à une dent qu'à une autre, ce qui les fait plier ; de sorte que cet inconvénient rend souvent inutile toutes les précautions que l'on a prises.

Pour donc s'assurer de la justesse de la Rouë avant de l'ôter de dessus la Machine, je me sers du Levier *Fig.* 19. Le bout *x*

donne dans les dents de la Rouë, & l'Aiguille *y*. Je la fais répondre à la pointe Z. Il y a un Reſſort qui pouſſe toujours la Palette *x* contre une des dents de la Rouë; de ſorte qu'en changeant le Rochet d'une dent, je change auſſi cette Palette, & je vois ſi l'Aiguille répond à la pointe Z. Si elle n'y répond pas, on l'y fait venir aiſément en redreſſant la pointe de la dent quand la Rouë a fait le tour & que l'Aiguille *y* ſe rapporte à toutes les dents au terme Z; on peut, ce me ſemble, conclure que la Rouë eſt parfaitement égale, parce que la moindre inégalité ſe découvre ſenſiblement par la raiſon du petit Levier *x* au grand *y*. E eſt le Profil de ce Levier qui eſt monté entre les deux pointes *&* *&* au point *W W*. Cette Piece 20. dont le Profil eſt 21. eſt montée & retenuë dans la traverſe G *Fig.* 3. par la Cheville qui la traverſe. On voit cette Piece montée à la *Fig.* 3. *Planche* 35. & auſſi ſur la *Fig.* 1. de la même *Planche*. Cette Machine, à laquelle j'ai fait des additions bien néceſſaires, eſt la premiere qui n'a pas été cachée. Auparavant il n'y avoit qu'un Anglois à Paris qui avoit une Machine à cette uſage, dont ſon principal ſoin étoit de la cacher. Elles ſont à preſent plus communes: cependant je n'en connois point qui ayent une Aiguille pour vérifier la Rouë quand elle eſt fenduë, comme il y en a une à celle-ci.

Cette Machine avoit encore d'autres proprietés, comme de pouvoir polir la Rouë ſans l'ôter de ſa place, d'avoir un Outil ſéparé pour centrer la Rouë, & un autre pour centrer la Fraize: mais attendu le peu d'utilité de ces additions, & l'embarras qu'elles cauſoient, je les ai ſupprimées.

MACHINE

Pour polir les Reſſorts de Cadran, &c.

PLANCHE XXXVII.

ON ſçait la difficulté qu'il y a de polir & de dreſſer parfaitement à la main certaines Pieces courbes, comme un Reſſort de Cadran, un Marteau de Répetition, &c. & combien ces ſortes de Pieces demandent de tems & d'adreſſe pour y parvenir; c'eſt ce qui m'a obligé de chercher quelque Machine qui pût, en abregeant le tems, augmenter la perfection de l'Ouvrage. Une

Rouë de Lapidaire peut être très-propre pour ce ſujet ; mais la place qu'elle exige ne peut cauſer que des difficultés qui font perdre l'envie de s'en ſervir ; d'ailleurs il m'a paru qu'une ſeule Rouë ne feroit pas ſuffiſante, parce qu'étant obligé de l'imbiber d'Emeri pour commencer à dreſſer la Piece, & qu'enſuite il faut de la Potée pour achever le poli, ſi on applique cette Potée ſur la Rouë qui a ſervi à l'Emeri, on coureroit riſque de ne pas réuſſir à cauſe qu'il y en peut reſter ; il faudroit donc au moins deux Rouës, une pour l'Emeri, & l'autre pour la Potée ; on pourroit même ajoûter un troiſiéme faite d'Etain pour donner le brun à la Piece que l'on poli. Ces conſiderations m'ont fait naître l'idée de faire mouvoir avec une Manivelle les Outils que l'on meut à la main. A la verité cela n'a pas paru ſi diligent qu'une grande Rouë, mais beaucoup plus facile, en ce que la Machine eſt fort petite, très-ſimple, & qu'elle a l'avantage que l'on peut changer de Poliſſoir facilement. Jai pris une vieille Cage de Pendule A A *Fig.* 1. j'ai placé entre les Platines & ſur deux Rouleaux B C *Fig.* 2. la Couliſſe H *p* au milieu de la Cage. J'ai placé la Rouë D qui porte 6 Chevilles d'un côté, & autant de l'autre ; il y a encore dans la Cage un Arbre qui porte le Bras K qui eſt levé par les Chevilles. Le Pivot de cet Arbre porte quarrément le ſecond Bras L *Fig.* 1. Ce Bras eſt pour retirer la Couliſſe H *p* par la Cheville *r*. Quand on tourne la Manivelle, la Cheville S entraîne la Couliſſe H *p* par le moyen du Bras G. Quand la Cheville eſt au bout & qu'elle échappe, une autre Cheville fait lever le Bras K qui fait revenir la Couliſſe par le moyen du Bras L & de la Cheville *r*. Celui-ci étant échapé, l'autre recommence, & ainſi ſucceſſivement ; ce qui forme une eſpece d'Echapement qui fait aller & venir la Couliſſe 12. fois dans un tour de Manivelle. Au-deſſous de la Couliſſe j'ai conſtruit un ſupport mobile pour donner les pans inclinés que l'ouvrage demande. Le Tenon M eſt fixe, au travers duquel paſſe la Vis N. Le ſupport I eſt mobile. On le comprendra en regardant le Plan *Fig.* 3. On place un Reſſort de Cadran ſur la *Fig.* 4. & on joint cette Plaque contre le ſuport I.

Si la face ne porte pas juſte ſur la Couliſſe, on l'y fait venir facilement par le moyen de la Vis N. Dans cet état on tient la monture du Reſſort avec la main, & de l'autre on tourne la Manivelle ; on ajoute des Poliſſoirs de cuivre rouge, d'acier, d'étain, &c. Sur la Couliſſe on met l'Emeri, & ce que l'on veut, & par

cë moyen on dresse très-vif un Ressort & en peu de tems, & on lui donne un très-beau poli.

Le Ressort W contient le support joint contre la Vis, la Machine est tenuë à l'Etau par le Tenon Z.

MACHINE

A faire les Engrenages de Montres, inventée par Mr l'Abbé DENDELOT.

PLANCHE XXXVIII.

QUoique cette Machine tende au même but que celle de la *Planche* 32. sa conctruction differente me paroît d'un usage plus parfait.

Fig. 1. Represente toute la Machine montée ; elle contient deux Rouës entre les quatre Pointes A B C D. Ces Pointes ou Coulisses sont placées en rainure sur deux especes de Poupées marquées E F. Ces deux Poupées se presentent toujours l'une à l'autre parallelement ; elles sont montées sur la traverse G H. La *Fig.* 6. les representent separées. *Fig.* 2. est le Profil du tout. *Fig.* 5. Represente le derriere de la Machine, & la *Fig.* 4. est la Poupée marquée E. Cette Poupée s'éloigne ou s'approche de sa semblable marquée F par le moyen de la Vis K. Ce qui fait engrenner la Rouë dans le Pignon à volonté, ensuite on fixe la Poupée E par le moyen de la Vis L ; pour lors les deux pointes A C donnent la vraie distance des deux centres sur la Platine.

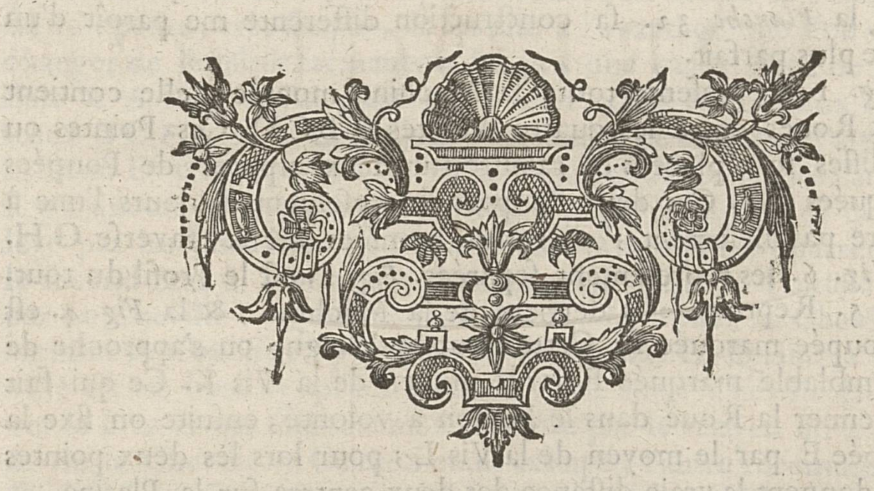
Il résulte de cet avantage que les deux centres des Rouës étant bien placés, les dentures restent de la longueur qu'elles étoient quand on a formé la grosseur du Pignon ; ce qui fait qu'il conserve la juste proportion qu'on lui a donné.

Cette Poupée *Fig.* 4. est composée des Pieces M N. Le Profil de la Piece M est la *Fig.* 3. La Vis K est taraudée dans le bout de la traverse H *Fig.* 1. Le bout de cette Vis entre dans un Tenon que la Piece N porte ; elle est goupillé par le bout. Le Plan de derriere de la Piece N est *n n Fig.* 3. Celui de devant, c'est-à-dire, qui est mobile & toujours parallele à la Poupée F, est la *Fig.* 7. qui se place sur la traverse *h g*.

O & P sont le plan & profil d'une des Coulisses ; elles sont tou-

tes les quatre ſemblables. Ces quatre Couliſſes ſont maintenuës ſur leurs plans par des rainures, & ont chacune une Vis comme celle *r s Fig. 6.* & ces Couliſſes ſont fixées chacune avec une autre Vis comme celle *q*.

Il ſeroit à ſouhaiter que les Horlogers ne faſſent point d'engrenage qu'avec une ſemblable Machine ; cela procureroit en general beaucoup plus de fidelité aux Ouvrages.



TRAITE'



TRAITÉ DE L'HORLOGERIE.

EXPLICATION

De plusieurs Echapemens d'Horloges & de Montres.

PLANCHE XXXIX.

LE Rouage d'un mouvement tend toujours à tourner, & tourneroit même avec beaucoup de rapidité quand il est tiré par un poids ou par un Ressort, s'il n'étoit retenu & reglé par ce qu'on appelle *Echapement*. Voici ce que c'est.

La derniere Rouë de ce Rouage a toujours sa denture differente des autres. Ses dents sont ordinairement en pointes inclinées. Les unes sont formées autour d'une Rouë plate qu'on appelle *Rochet*, & les autres sont formées sur un des côtés d'un cercle fait en couronne, qu'on appelle *Rouë de Rencontre*, telle que la Rouë A, *Planche* 39. *Fig.* 1.

Les Rouës de Rencontre sont ordinairement d'un nombre impair. Les Palettes B C étant ouvertes de 70. degrés ou environ pour les Pendules, on place la verge vis-à-vis le centre de la Rouë de Rencontre A. Dans cette disposition on considere tous

les Echapemens qui sont faits avec des dents en pointes pour avoir quatre actions principales. La premiere, une dent de la Rouë frappant, par exemple, la Palette B, elle l'oblige de tourner jusqu'à ce que la pointe de la dent arrive au bout de ladite Palette: ce qui fait qu'elles se quittent, & c'est ce qu'on appelle *échaper*; c'est pour lors la seconde action. La troisiéme, la Palette G revenant au centre de la Rouë, elle reçoit l'impulsion de la premiere dent qui se presente; la vibration achevée, le Balancier s'en retourne, y étant obligé par la dent qui pousse la Palette jusqu'à ce qu'elle échape aussi: c'est la quatriéme action. La Palette B se representant, elle reçoit l'impulsion d'une autre dent, & ainsi successivement, tant que le Rouage est tiré par la force motrice qui est le poids ou le Ressort.

Cet Echapement est le plus ancien qu'on connoisse. Il est si simple & si naturel, que tous ceux que l'on a pû faire autrement n'ont pas eu de succès. On remarque même que toutes les differentes compositions dont l'on s'est servi réüssissent d'autant moins, qu'elles s'éloignent de la ligne de direction qui est le principe de ce premier Echapement; ce qu'il faut bien remarquer.

Si nos Anciens ont parfaitement bien réüssi dans une partie si interessante, il n'en a pas été de même pour la force reglante qui fait encore partie de l'Echapement; ils n'avoient que le Balancier D E pour Régulateur qu'ils appellioient *Foliot*, par le moyen des deux poids F G qu'ils appelloient *Regules*. Ils faisoient retarder & avancer l'Horloge, parce qu'en plaçant les poids sur D E, l'Horloge retardoit beaucoup, & au contraire elle avançoit en les approchant du centre; ainsi on parvenoit à regler l'Horloge à peu-près en plaçant les *Regules*, comme l'experience l'indiquoit: toute la perfection qu'on a pû donner à ce Régulateur est d'avoir suspendu le *Foliot* & les *Regules* avec un fil H. Dans cet état on s'en est servi plusieurs siecles, jusqu'au tems qu'on a inventé le Pendule & le Ressort spiral. Mr Raillard, Me Horloger de Paris, remarque exactement le tems de tous ces changemens dans l'Histoire Generale de l'Horlogerie à laquelle il travaille, & qu'il espere bientôt donner.

Les défauts de cet ancien Régulateur sont qu'il n'a que fort peu d'action sur les inégalités de la force motrice lorsque c'est un Ressort, & sur celle du Rouage. La poussiere & les changemens continuels qui arrivent à l'huile appliquée aux parties frotantes de l'Horloge, lui causoient tant d'irregularités, qu'on en

avoit fort peu de ſervice : cependant on ne laiſſoit pas de l'employer à toutes les Pieces d'Horlogerie que l'on faiſoit , juſqu'à faire des Montres très-petites avec des Balanciers ſur le même principe.

Ce fut environ en 1674. que les premieres Pendules & les Montres avec un Reſſort ſpiral ont paru à Paris , dont l'Illuſtre Mr Huyghens , de l'Académie Royale des Sciences , a paſſé pour être l'Auteur. Ces deux découvertes ont donnés une perfection conſiderable à l'Horlogerie. On a ſupprimé le *Foliot* pour y ſubſtituer le *Pendule* , & on a ajouté un Reſſort ſpiral au Balancier des Montres dont on parlera en ſon lieu.

Planche 39. *Fig.* 2. Eſt le même Echapement que celui qui vient d'être expliqué. Le Pendule A eſt ſuſpendu par le fil B qui tient au Cocq C fixé à l'Horloge. La communication qu'il a avec l'Echapement eſt par la Fourchette E qui eſt fenduë pour contenir le plat de la Verge du Pendule. Quand on met le Pendule en mouvement , les Palettes F G échapent alternativement , comme il a été dit de la *Fig.* 1. L'impulſion qu'elles reçoivent des dents de la Rouë de Rencontre maintient le Pendule en vibration. Cette addition du Régulateur au premier Echapement a des avantages conſiderables ; plus le Pendule eſt long , plus il a d'action pour corriger les inégalités quelconques , ſans qu'il ſoit beſoin d'augmenter la force motrice ; au contraire , le Rouage acquiert de la force , en ce qu'il faut moins de Rouës.

Pluſieurs Sçavans ont voulu eſſayer à rendre les vibrations encore plus parfaites , en y appliquant une Cycloïde formée avec beaucoup d'art. Quoique leur *Traité* prouve une grande capacité , la Cycloïde n'a pas été ſuivie ; c'étoit deux Lames de laiton qui formoient deux portions de cercle renverſé ; dans le milieu étoit ſuſpendu le Pendule par un fil , qui joignoit les courbes d'un côté , & de l'autre , quand le Pendule étoit en vibration , plus elles étoient grandes , plus le fil enveloppoit la partie cycloïdal : on avoit en vûë par ce moyen de rendre les grandes vibrations égales aux petites. L'art de faire la Cycloïde conſiſte à former les courbes d'une infinité de petites portions de cercles differentes ; ceux qui en ſeront curieux en trouveront la méthode dans Monſieur Huyghens, & dans d'autres Auteurs; recement dans le *Traité General des Horlogers* , par le R. P. Alexandre , *pag.* 102.

Depuis ces découvertes on a imaginé pluſieurs autres Echapemens très-ingénieux , tant pour la Montre que pour la Pendule.

Je vais expliquer tous ceux dont j'ai connoiſſance, ſans obſerver l'ordre de leur ancienneté, & ſans négliger même les moindres.

Planche 39. *Fig.* 3. Eſt un Echapement à Ancre & à Rochet qu'on a imaginé exprès pour les Pendules à Secondes, parce qu'on a trouvé que l'Echapement à Roüe de Rencontre donnoit de trop grand arc de vibrations, & qu'elles n'étoient pas ſi juſtes.

Quoi qu'un Echapement bien fait avec une Ancre aille parfaitement bien, il ne peut pas aller ſi long-tems ſans être nétoyé, que ceux qui ſont fait ſur le principe du Levier, parce qu'il a plus de frottement, ſur tout quand on veut que l'Aiguile des Secondes échape à diſtance égale, & qu'elle recule peu. J'ai formé une petite démonſtration, que je crois ſuffiſante pour le prouver. J'ai pris un Ancre de cette qualité, j'en ai tracé la *Fig.* 4. du centre, je tire la ligne de direction A paſſant au point où la dent du Rochet frappe, je prolonge la partie frottante de la Palette qui donne la ſigne C D du point d'interſection, je forme l'Arc O 5 5. Je trouve que la partie frottante de l'Ancre eſt éloigné de la ligne de direction de 55 degrés, par conſéquent qu'elle perd 55 degrés de force, ou ce qui eſt la même choſe, que la Palette a 55 fois plus de frottement que n'en a une Palette formée de la ligne de direction.

Pour meſurer l'autre partie de l'Ancre, ſoit la ligne de direction E paſſant au point de la courbe où la pointe du Rochet touche, ſoit la tengente F 60, ſi du point d'interſection je forme l'Arc H, je trouverai la tangente éloignée de la ligne direction de 60 degrés, & qu'il ne reſte à cette partie d'Ancre que 30 degrés de force quand elle reçoit le choc d'Echapement, par conſéquent les deux côtés de l'Ancre n'ont que 65 degrés de force, de 180 qu'ils auroient, s'ils étoient fait ſur le principe du Levier. On a remarqué qu'un Ancre ainſi formé ne varioit pas ſenſiblement en doublant le poids ; que ſi les faces de l'Ancre avoit, par exemple 5 degrés d'inclinaiſon de chaque côté, la Pendule avanceroit de pluſieurs minutes de ſon poids naturel à celui qui ſeroit doublé, & au contraire elle retarderoit ſi les faces étoient plus inclinées ; de-là vient qu'il n'eſt preſque pas poſſible de pouvoir faire deux Pendules avec cet Echapement qui marchent également lorſqu'on double le poids.

Pour continuer la deſcription de cet Echapement *Fig.* 3. ſur la Verge de l'Ancre eſt ſoudé une Aſſiette pour y river la Four-

chette dans laquelle passe le Pendule. L'usage de cette Fourchette est de maintenir le Pendule en vibration en lui communiquant le mouvement qu'elle reçoit par l'Echapement : on lui donne ordinairement une longueur arbitraire, environ six pouces, pour un Pendule de trois pieds. Le Rochet est represénté comme étant vû dans la Cage étant retourné, ou ce Rochet tourne à gauche. La face de l'Ancre A vient, par exemple, d'échaper, celle B baissant reçoit l'impulsion de la dent qui avance sur l'extrêmité de sa Palette en raison que la vibration s'acheve, la dent arrivant au bout de la Palette B, elle échape à son tour, & celle A se présente pour recevoir de son côté le choc de la dent, & ainsi successivement.

Quoique cet Echâpement perde beaucoup de force, & que les frottemens en soient augmentés en même raison, cependant on s'en est toujours servi avec assez de succès.

Les Srs. Amiraud & Stolberg ont une méthode de tracer cet Ancre ; il décrive sur le papier un cercle divisé en 30. parties, sur lequel ils forment les dents du Rochet ; ils prennent le quart du diamettre de ce cercle ou Rochet qu'ils placent sur un des rayons éloigné du centre autant qu'il le faut pour que le cercle C B passe juste sur les deux pointes des dents du Rochet E F. La même ouverture du Compas étant portée perpendiculairement au point H, ils forment la face de l'Ancre E reportant le Compas au point C, on a l'Arc F A de l'autre partie de l'Ancre ; par cette regle ils assurent qu'ils ont un Echapement qui se fait en parties égales, & dont l'Aiguille des Secondes recule peu. Cette regle n'a cependant pas toute l'exactitude qu'on a besoin.

DEMONSTRATION
DU SIEUR ENDERLIN,
Pour former l'Ancre d'un Echapement à Rochet.
PLANCHE XL.

» IL faut supposer, *dit-il*, que tout Pendule qui a été appliqué
» aux Horloges ait été fait avec un Echapement qui puisse
» le faire avancer avec l'addition d'une plus grande force, comme

» c'étoit l'ordinaire en tout tems. Il y a des personnes qui ont re-
» marqué que les faces de l'Ancre pourroient être des courbes
» à peu-près comme des développemens d'un cercle qu'on pour-
» roit rectifier après. Cela paroît vrai-semblable, mais non pas
» selon leurs idées ; car elles prétendent, 1°. Que ces courbes
» doivent être produites par un fil entortillé à l'entour d'un Cy-
» lindre, au bout duquel fil sera un crayon attaché qui décriroit
» la courbe en se développant. 2°. Que l'Ancre doit avoir sur
» chacune de ses faces une portion semblable de cette courbe
» produite par le développement de ce fil. 3°. Que ces courbes
» ainsi construites seront par conséquent des bras de Levier réci-
» proquement égaux. 4°. Qu'il n'est pas encore démontré quel
» doit être l'Arc qu'un Pendule à Seconde doit parcourir pour
» avoir la plus grande justesse, & que cet Arc doit être au moins
» de dix degrés.

» Il me paroît que les trois premiers articles ne peuvent pas exister
» comme je crois le pouvoir faire voir. Et le quatriéme ne sert à rien,
» puisque de la maniere dont on désigne cet Echapement, on n'a
» aucune regle pour déterminer les grandeurs d'Arcs, soit pour
» les degrés de l'Echapement, ou bien pour les degrés de la gran-
» deurs de la vibration totale au de-là de l'Echapement : ainsi on
» ne peut limer les faces de l'Ancre qu'au hazard, comme on a
» toujours fait jusqu'ici sans avoir eu de regle.

» Pour faire voir que les faces de l'Ancre ne peuvent être des
» courbes produites par le bout d'un fil qui se dévelope sur un cer-
» cle, je commencerai par le systême general que toutes Machines
» se doivent mouvoir avec vîtesse égale pour avoir tout l'avantage
» que l'on peut tirer d'elle ; car en ce cas la force sera égale de-
» puis le commencement de l'action jusqu'à la fin, parce que les
» parties touchantes se rencontreront sur des bras de Leviers
» toujours réciproques. Je suppose donc deux centres posés en
» A B *Fig.* 1. *Planche* 40. le rayon A 60 de la Rouë C 60 D
» pendant qu'il parcoure une sixiéme partie où 60 degrés d'un
» grand cercle doit faire mouvoir un Levier qui a B pour centre
» , avec la même vîtesse égale, un chemin aussi de 60 degrés,
» de sorte que pendant que le rayon A 60 vers B iroit jusqu'en
» *o* 5, il faut qu'un Levier B 60 vers A aille jusqu'au point *o*, de
» façon que pendant que l'un parcoure des espaces de 5 en 5
» degrés, l'autre se trouve aussi sur les siens en même tems &
» avec la même vîtesse, par le moyen de la courbe 60 à 60 ; car

» je suppose que le rayon A 60 ait parcouru 20 degrés, il se trou-
» vera au point du chiffre 40 vers *b*; il faut donc que le Levier
» courbe se trouve aussi reculé de 20 degrés pour que son rayon
» au point 60 soit au point 40 en C; alors le point *d* de la courbe
» se trouvera au point 40 en *b* où le bout du rayon A 60 le tou-
» chera, & ainsi de même dans toutes les autres parties de divi-
» sion. Pour trouver la forme de cette courbe, je tire des Arcs
» paralleles du centre B par toutes les divisions, depuis 60 jus-
» qu'en *o* 5 du cercle C 60 D, & du même centre B, je tire des
» rayons en commençant par les divisions de l'Arc 60. F *o*, jus-
» qu'à l'endroit où ces rayons doivent couper leurs Arcs de cercle
» correspondant suivant les chemins parcourus de part & d'autre.
» A present pour marquer les pointes par lesquelles la courbe
» doit prendre son chemin, je dis que les distances ou chemins
» parcourus doivent être égaux d'un côté au chemin parcouru de
» l'autre; car si le rayon A 60 vers B se trouve en *b* 40, il faut
» que le rayon B 60 vers A se trouve en *c* 40; ainsi le chemin
» parcouru du rayon B 60 sera *g e* sur l'Arc *g e d* 40 *b*; ainsi je
» prends la distance *g e* que je porte de *b* 40 en *d* où est le point
» de la courbe que le rayon A 60 doit toucher ayant parcouru
» 20 degrés, ou bien la distance *h f* que je porte de *i* 20 au
» point K; ainsi de toutes les autres divisions que l'on pourroit
» augmenter tant que l'on veut, même de degrés en degrés, au
» lieu de 5 en 5 pour avoir la courbe plus exacte; d'ailleurs cette
» courbe est proprement produite par le développement d'un cer-
» cle sur un autre; ainsi comme j'ai supposé d'abord que les deux
» Leviers de l'un & de l'autre centre A & B doivent parcourir
» des Arcs égaux en même tems, pour cette raison il faut que
» je considere aussi deux Rouës ou Poulies de même grandeur
» qui ayent A & B pour centre, & qui se touchent au point *m*.
» de façon que quand je ferai faire un tour à l'un, il faut que
» l'autre le fasse de même.
» A present que le cercle H I K serve pour bâse, & le cercle
» E G F pour cercle generateur, lequel ayant une pointe ou
» crayon au point *m*, décrira une courbe en roulant de *m* contre
» H sur H I K; ainsi cette courbe décrite avec le rayon A *m* sera
» la même que la courbe 60 *a k* 60, avec la difference que cette
» derniere sera produite par le Levier ou rayon A *m* prolongé
» jusqu'au point 60 vers B.
» Il me semble que l'on concevra aisément par-tout ce que je

» viens de dire que cette courbe doit être telle que je l'ai dé-
» crite par ma premiere *Figure*, & ainsi bien differente d'une
» autre qui seroit produite par le développement d'une ligne
» droite, ou d'un fil à l'entour du cercle HIK, contraire au pre-
» mier article ci-dessus mentionné.

» Jusqu'à present je n'ai parlé de la courbe que pour un côté
» de l'Ancre qui est celui de se mouvoir de A contre L, tandis
» que la Roue se meut de C contre B, ou de B contre D; mais
» voyons maintenant quel doit être la courbe de l'autre côté de
» l'Ancre pour se mouvoir de A contre M, tandis que la Roue
» continuë toujours son même chemin de C en B. Pour cet effet,
» je trace des Arcs de cercle paralleles avec des rayons comme
» ci-devant, & pour marquer les points de la courbe je prends
» également, par exemple, la distance *q p* que je porte du point
» de division 40 vers *n* jusqu'en *o* où la courbe doit passer, &
» ainsi de tous les autres.

» On voit par la *Fig.* 1. que la seconde courbe est beaucoup
» plus droite que l'autre, cependant semblable en ce qu'elle pro-
» duit le même effet; c'est ce que la développée de la ligne ou fil
» ne feroit pas, ce qui est contraire au second & troisiéme article
» ci-dessus.

» Maintenant pour sçavoir si cette courbe est formé comme elle
» doit être, il faut tracer la Roue de Rochet dans sa juste gran-
» deur semblable à l'Arc C 60 D *Fig.* 1. & la diviser en 60 par-
» ties égales, dont on voit une portion *a b Fig.* 2. au-dessus de
» cet Arc *a b*. Je pose aussi le centre de l'Ancre C en même di-
» stance comme A B *Fig.* 1. ayant donc coupé un morceau de
» cuivre mince ou papier exactement, & suivant les courbes des
» deux côtés ci-devant, & marqué aussi dessus le centre B que je
» perce avec un petit foret, & que je pose ensuite sur le centre *c*
» *Fig.* 2. il se trouvera que si la courbe *o* touche le point de di-
» vision de la Roue en *o*, que l'autre courbe *d* se trouvera sur le
» point de division *d*, ainsi de même de tous les autres points,
» comme *e f g h* ou *i k*, de sorte qu'avec la même courbe on fera
» une Ancre qui embrasse plus ou moins de dents; l'Echapement
» sera toujours également juste, & la quantité du mouvement
» sera toujours de 6 degrés d'un Echapement à l'autre, suivant
» l'angle *c. o. n. q. r.* ou *c. ld. mp.* Les points de rencontre ne se
» retrouveroient pas de même, si les courbes étoient produites
» par le développement d'un fil, & on auroit plus de difficulté à
les

» les poser de façon pour être sûre d'une certaine quantité de de-
» grés d'Echapement. Tout ce que j'ai dit jusqu'à present ne re-
» garde que les parties des faces de l'Ancre sur lesquels les dents
» agissent d'un Echapement à l'autre, c'est-à-dire, de *c* jusqu'en *n*
» ou de *l* en *f*, sans que le Pendule ait aucun branle de plus au
» de-là de 6 degrés ; il faut voir à present ce qui arrivera, le
» poids ou force motrice étant augmenté.

» Pour faire décrire au Pendule un Arc de 10. à 12. degrés,
» c'est-à-dire, 5 ou 6 degrés d'augmentation de branle au-delà de
» l'Echapement ; mais auparavant de faire ou d'ajouter cette
» augmentation de poids, je suppose que le Pendule ait été reglé
» sur un autre avec un poids qui ne seroit que suffisant pour en-
» tretenir le Pendule en mouvement d'un Echapement à l'autre,
» ou tant soit peu au de-là pourvû qu'il ne s'arrête point, & qu'elle
» aille de même que celle qui a servi de regle ; cela étant ainsi,
» on peut augmenter la force motrice jusqu'à ce que le Pendule
» augmente son branle de 6 degrés au de-là de l'Echapement ;
» ce qu'il ne pourra faire qu'à grande peine avec la continuation
» de la courbe de *e* en *a*, ou de L en *b*. Voyez *Figure* 3. Et cela
» seroit une acceleration considerable sur ce Pendule par rapport
» au grand recule du Rochet qui seroit également de 6 de-
» grés, & qui s'opposera d'autant plus à la grandeur de l'Arc, que
» le Pendule devroit parcourir ; que ce Recule sera plus grand,
» parce que ce même Recule ne se peut faire qu'en remontant
» tant soit peu le poids moteur, qui résiste par sa pesanteur, &
» empêche le Pendule de parcourir d'aussi grands Arcs qu'il feroit
» sans cet obstacle.

» Pour aller d'un extrême à l'autre, je suppose maintenant que
» les points *e* & L qui sont les commencemens de l'Echapement,
» je tire du centre *c* les Arcs du cercle *e g* L *d*, & que l'Ancre
» ensuite soit formé suivant cela, il arrivera qu'il n'y aura point
» de recule du tout au Rochet ; ainsi le Pendule ne trouvant point
» de résistance après son Echapement aura presque toute la liber-
» té de parcourir des Arcs d'autant plus grands, qu'il aura reçû
» de force par le poids moteur sur les faces de l'Ancre de *e* en *n*,
» & de L en *f* ; ainsi ces Arcs de vibration étant trop grands,
» se feront par conséquent en plus de tems. Ces deux extrêmités
» ainsi trouvés, il est évident qu'il y ait une courbe à *g* & *b d* qui
» puisse produire l'effet que l'on demande.

» Si je voulois employer la développée dont il a été parlé, &

» que le cercle *m n* K L *d* me serve pour bâse, j'aurois une courbe
» qui passeroit à peu-près par les points *h e n* dont la partie *h e*
» me donnera à la verité moins de recule que la portion de la
» courbe *a e*; ainsi il semble que *h e* soit un grand avantage parce
» qu'il approche plus du vrai; mais il y a outre ce que j'ai déja
» dit, deux raisons qui me font rejetter la courbe du fil.

» La premiere, c'est qu'il faut toujours avoir également recours à
» l'experience. La seconde, que la développée ci-dessus rendroit
» l'espace *e n* plus courbe & plus bossuë; ce qui diminueroit sur
» cette partie la liberté de l'action & la force motrice, &c.

» Avant donc que de venir à l'experience, je recule les Par-
» ties *a e b* L au hazard contre *f* & *i*, ensuite j'ajoute de la pe-
» santeur au poids moteur pour faire décrire au Pendule des Arcs
» de 9 degrés, & si je trouve que ce Pendule avance avec ce
» poids, je recule les faces davantage, mais seulement depuis
» les points d'attouchemens *e* & L; car ces points doivent toujours
» rester constans, je recommence cette expérience tant de fois
» jusqu'à ce que le Pendule se trouve reglé, ensuite j'augmente
» encore ce poids pour faire décrire au Pendule un Arc de 12.
» degrés, & s'il se trouve encore acceleré, je recule également
» les faces, mais avec cette précaution que le recule des faces
» ne revient plus jusqu'au point *e* L, mais jusqu'aux points où le
» dernier attouchement des dents du Rochet s'est fait avec le poids
» moyen, parce que ces parties ont déja fait décrire au Pendule
» des Arcs de grandeur nécessaire pour être reglé avec ce poids
» moyen.

» On peut faire ces expériences avec l'augmentation de plusieurs
» poids pour être plus sûre de son fait.

» Il faut aussi prendre garde qu'en limant ou reculant ces faces,
» que ce soit même proportion sur chaque bras de l'Ancre, afin
» que l'Aiguille des Secondes fassé son mouvement de retrograda-
» tion égale sur chaque Seconde.

» L'Ancre peut embrasser 4 à 6 dents du Rochet, & plus il
» embrasse, plus on est obligé de limer des faces en arriere, & la
» même chose arriveroit si on éloignoit le centre de l'Ancre trop
» du Rochet.

» Si on vouloit donner plus de 6 degrés d'Echapement, comme,
» par exemple, 8, il faudroit aussi que les deux cercles H I K &
» F G E *Fig.* 1. soient proportionnés suivant cela pour produire
» la courbe nécessaire, & il seroit l'une à l'autre comme 45 est à

» 60, ou ce qui eſt la même choſe, il faut que tandis que le Rochet » C 60 D parcoure $\frac{6}{360}$. que le cercle M 60 L parcoure $\frac{8}{360}$. de degrés.

» La peſanteur du poids moteur peut être telle que les Arcs de » vibrations parcourent environ le double des degrés des Arcs de » l'Echapement, c'eſt-à-dire, que ſi l'Echapement fait mouvoir » le Pendule de 6 degrés, que le poids le faſſe aller juſqu'à » 10 ou 12, je ſçais par l'expérience que des Echapemens faits » ſur ces principes ſont très-juſtes, même avec des Pendules à » Reſſort où la force motrice eſt très-inégale, par où on peut voir » que les différens changemens des frottemens du Rouage ne » pourront produire aucun changement ſur les tems des vibrations » du Pendule, puiſque ces changemens ne font autre choſe que de » diminuer ou augmenter tant ſoit peu l'action de la force du Ro- » chet, qui n'eſt pas à beaucoup près ſi conſiderable que l'aug- » mentation ou diminution du double du poids moteur.

La *Fig.* 5. *Planche* 39. Eſt un Echapement du S[r] Jean-Baptiſte Dutertre Maître Horloger à Paris. C'eſt un Rochet qui engrenne dans deux Palettes. Chaque Palette porte une portion de Roue qui engrenne l'une dans l'autre ; ce qui fait que quand une Palette échape, l'autre ſe preſente pour retenir le Rochet, & recevoir ſon action. Au centre de chaque Palette eſt fixé un Pendule, lorſque l'un vibre d'un côté, l'autre Pendule va de l'autre ; de ſorte que leurs vibrations ne peuvent jamais aller du même côté. L'Auteur a prétendu que l'uſage de cet Echapement pourroit être fort juſte dans un Vaiſſeau.

Fig. 6. *Planche* 39. Eſt un Echapement qui a été exécuté à Rome. Le Rouage du mouvement eſt composé comme celui d'une Sonnerie. Le Pivot du dernier Pignon porte quarrément le Chaperon A ſur lequel eſt placée une Cheville qui entre dans le bout du Levier B qui fait charniere en C, & qui ſe meut dans le petit Cocq D, de ſorte que le Chaperon A tournant toujours du même côté fait le même effet qu'une Manivelle, qui oblige le Pendillon G à aller du côté E & F ; il porte une Cheville qui entre dans une ouverture longue fait au plat du Pendule pour le maintenir en vibration. On a employé cet Echapement à des Horloges de nuit, parce qu'on prétend qu'il fait peu de bruit. Ces Horloges de nuit ne ſont autre choſe qu'un Cadran ordinaire, qui eſt mobile derriere une Plaque. Les chiffres des heures ſont percés à jour. Il y en paroît trois par une ouverture faite à la Plaque, dont le milieu eſt fixé par un *Index*. On met une Lampe der-

riere le Cadran qui ne peut donner de la lumiere que par les chiffres percés.

Fig. 7. *Planche* 39. Eſt un Echapement ſur le même principe, inventé par M[r] l'Abbé Soumille. Sa différence conſiſte au renvoi A qui doit être mobile. Sur un Couteau B eſt le Chaperon qui porte la Cheville qui entre dans le Bras D qui donne le mouvement à la Rouë D A & réciproquement au Pendule C. Cette méthode de renvoyer la ſuſpenſion du Pendule eſt appliquable aux autres Echapemens.

Fig. 8. Eſt un Régulateur qui eſt ſur le principe des Volans de Sonnerie, la Rouë de Champ fait tourner le Pignon qui eſt reglé par le Pendule oblique A. Plus il tourne vîte, plus il s'étend à l'aide du Reſſort B, de ſorte que ce Régulateur ſe regle preſque ſeul. M[r] Huyghens eſt l'Auteur de cette invention.

PLANCHE XLI.

Fig. 9. Eſt un Echapement à deux Leviers pour les Pendules à Secondes, imaginé par Monſieur le Chevalier de Bethune. Depuis que je l'ai appliqué le premier en 1727. la plûpart des Horlogers qui en ont eu connoiſſance l'ont adopté. A B ſont deux Leviers qui ont chacun leurs tiges, qui ſe meuvent librement dans la Cage ſur leurs Pivots. Le Levier B porte la Fourchette qui communique ſon mouvement au Pendule, en échapant. Celui A retient le Rochet, la dent l'obligeant de mouvoir, il échape à ſon tour, & le Rochet eſt retenu par le Levier B qui eſt mû par le Bras C pour qu'il joigne la dent du Rochet pour le retenir, de ſorte que quand un des Leviers baiſſe, l'autre leve la queuë. D eſt une peſanteur qui fait que le Bras C eſt toujours joint à la Vis E. L'uſage de cette Vis eſt très-commode pour ouvrir & fermer l'Echapement ; elle doit être de l'aiton.

Regle pour tracer cet Echapement.

Planche 41. Je prends le tiers du diamettre du Rochet que j'ajoute à ſa circonference pour tracer l'Arc F B, enſuite je prolonge les rayons des dents ſur leſquels je forme les Leviers en plaçant celui A à trois dents & demi de la ligne perpendiculaire B, je donne la longueur convenable au Levier B pour échaper de la dent G & *r*, & je donne la même longueur au Levier A,

par ce moyen j'ai les coudes des Leviers, & la longueur de leurs bras qui répondent parfaitement à l'expérience.

Fig. 10. Eſt le même Echapement avec un petit changement. Sur la tige du Levier A eſt placé la Fourchette. Par ce moyen le Levier B eſt toujours joint contre celui A, & l'Equilibre D de la *Fig.* 9. ſe trouve ſupprimé.

Fig. 11. Eſt une autre addition pour diminuer le frottement de la Vis ſur le bras du Levier A par le moyen d'un Rouleau & d'une Lame qui le touche.

Fig. 12. Eſt un compoſé inutile, puiſque l'on peut faire un Echapement plus ſimple ſur le même principe. Le centre A de la baſcule D C porte la Fourchette. Les extrêmités D C ont des Vis qui pouſſent chacune une Lame pour toucher les Rouleaux des Leviers B G. *r s* Sont des peſanteurs qui obligent les Rouleaux de joindre contre les Lames. Cet Echapement peut être employé dans des cas qui ſe rencontrent dans la conſtruction d'un mouvement.

Fig. 13. Eſt un autre Echapement ſur le même principe qu'on appelle *Pate-de-Taupe*. Ce ſont deux portions de Rouës qui engrenne l'une dans l'autre. Celle A eſt fixée avec la Palette, & l'autre eſt mobile ſous la Palette B pour que la Vis C puiſſe la faire mouvoir pour ouvrir ou fermer l'Echapement. Cet Echapement doit être préferé pour les courtes Pendules, parce que la vibration étant plus grande, le mouvement des Leviers a plus d'égalité, & moins de frottement que s'il étoit ſimple, comme les *Fig.* 9. *&* 10.

Fig. 14. Eſt un Régulateur. Sur les croiſés du Balancier ſont deux Boules A B qui vont du centre à la circonference pour augmenter les vibrations.

Fig. 15. Eſt un Echapement qui n'eſt bon que pour faire voir que l'on ne peut faire un Echapement ſur le principe du Levier ſans augmenter la Méchanique au moins d'un mobile. C'eſt deux Rochets qui ſont mûs par la même Rouë, & qui tournent par conſéquent du même côté. Quand une Palette échape, l'autre reçoit l'action du Rochet qui lui eſt deſtinée. Il faudroit, pour que cet Echapement fut à peu-près juſte, qu'il ne fut pas queſtion d'inégalité dans les Rouës & Pignons.

Fig. 16. Eſt un Echapement du Sr Jean-Baptiſte Dutertre, qui n'a qu'une ſeule Palette, dont la Tige porte la Fourchette. Les deux Rochets ſont fixés ſur le même Arbre, quand la Palette

échape du petit Rochet, le grand qu'on peut appeller *Rochet d'arrêt* appuye sur la Tige de la Palette, & laisse la vibration assez libre. La Palette revenant joindre le petit Rochet, la Tige ou Cilindre qui est entaillé jusqu'au centre, laisse passer le Rochet d'arrêt, & la vibration acquiert une nouvelle force, de sorte qu'en deux vibrations il n'y en a qu'une d'accelerée; ce qui fait croire que la moitié des vibrations étant indépendante du Rouage, & de ses inégalités, qu'elles seroient moitié plus justes que les autres; mais l'expérience ne le confirme pas.

Fig. 17. Est un Echapement à deux Balanciers. A & B sont deux cercles qui se meuvent avec les Palettes fixées sur leurs Arbres. Les deux petites portions de Rateaux engrennent l'une dans l'autre,&les deux grandes engrennent dans des Pignons placées au centre des cercles de Balancier. L'Echapement se faisant avec les deux bras de Leviers à l'ordinaire des autres, oblige chaque Balancier à tourner plusieurs tours, & toujours en sens contraire. On peut donner à chaque cercle son Ressort Spiral, & les disposer de maniere qu'ils ne feroient qu'une vibration par Seconde.

PLANCHE XLII.

Fig. 18. Est un Echapement à deux Balanciers à l'*usage* des Montres, imaginé par le Sr Jean-Baptiste Dutertre. Ces deux Balanciers qui engrennent l'un dans l'autre sont sur la Platine de dessus, de même que le double Rochet. Ces trois Pieces sont soutenuës chacune par un Cocq. Sur les croisées des Balanciers sont placées les Palettes D E, & les tiges des Balanciers ont chacune des entailles pour laisser passer les pointes du grand Rochet. Voici comme il agit. Quand la pointe 2 rencontre l'entaille de la tige du Balancier elle passe, la dent 3 du petit Rochet frappe la Palette D, & fait vibrer les Balanciers; la grande pointe 4 est retenuë sur la tige du Balancier A, l'entaille se presentant au retour de la vibration, elle passe, & la dent 3 va frapper sur la Palette E; étant échappé, la pointe 5 est retenuë par la tige du Balancier B, & ainsi successivement. Sous l'un des Balanciers est placé un Ressort Spiral à l'ordinaire. Cet Echapement ne peut vibrer sans Ressort Spiral, & il faut le considerer comme double & partagé en deux tems.

Les proprietés de cet Echapement sont tels que les secousses ne dérangent pas sensiblement les vibrations. La pression que les

dents du Rochet d'arrêt font sur les Cylindres, corrige l'impulsion que le Balancier reçoit par le Rouage ; ce qui fait que la force motrice étant doublée, les vibrations n'en sont pas beaucoup dérangées.

Fig. 19. Est un Echapement à repos pour les Pendules à Secondes, exécutée par le Sieur Graham, Horloger de Londres. La regle que j'ai trouvé & qui me paroît assez convenable pour le former, est d'éloigner le centre de l'Ancre de la circonference du diamettre du Rochet, comme la *Figure* le présente. Il faut placer son centre sur la ligne perpendiculaire, ensuite diviser le Rochet en 30 parties en commençant par ladite ligne perpendiculaire, & prendre les dents qui conviennent le mieux sur un Arc décrit du centre de l'Ancre pour former les Palettes, & faire que l'Aiguille des Secondes ne recule point. Voici comme cet Echapement agit. La partie A vient, par exemple, d'échaper, celle B reçoit sur la partie circulaire le choc de la dent du Rochet, la vibration se faisant, la Palette s'enfonce beaucoup dans la denture, qui est assez profonde pour que l'Ancre ne touche pas le fond. La vibration revenant, le Rochet reste toujours immobile, & n'a d'action que lorsque le plan incliné se présente à la pointe de la dent, pour lors la dent agissante oblige l'Ancre de s'écarter, & en échapant, la dent C frape sur la face circulaire de la Palette A, & est retenuë jusqu'à ce que son plan incliné se présente ; pour lors la dent du Rochet cesse d'être fixe, en suivant l'incliné de la Palette, ce qui oblige l'Ancre de s'écarter de l'autre côté.

Cet Echapement a la proprieté d'agir avec fort peu de force motrice de n'être pas susceptible des changemens qui arrivent par la suite ; ce qui fait qu'il est plus constant que les autres à conserver sa justesse. L'Aiguille des Secondes reste fixe sur chaque division, ne la quittant que pour sauter sur un autre. Je crois cet Echapement préférable aux autres, tant pour sa solidité que pour sa simplicité : cependant il faut convenir qu'il a plus de frottement que celui à deux Leviers, parce que les Palettes ne sont pas formées d'une ligne de direction ; mais comme ces sortes de Pendules font peu de vibration, cette augmentation de frottement ne peut causer de variations sensibles.

Fig. 20. Est le profil de l'Echapement du Sieur Sully employée à ses Pendules à Leviers. Cet Echapement est composé de deux cercles d'agate *r s* fixés sur la tige de la Rouë de Champ. Ces

deux cercles ont chacun une tranche oblique, sur laquelle l'action de la puissance agit. Ces tranches sont inclinées l'une d'un côté, & l'autre d'un sens contraire pour faire l'aller & le revenir de la vibration. La tige de l'Echapement porte la Rouë de Champ qui engrenne dans un Pignon fixé à l'Arbre du Balancier; ce qui lui fait parcourir de grands Arts. Voici comme il agit.

En commençant à donner la premiere vibration au Balancier A, la dent *q* rencontrant l'entaille incliné du cercle *r* agit en faisant augmenter la vibration. Cette dent ayant échapé, celle *i* tombe sur la partie circulaire du cercle horizontale S, & reste ainsi retenuë jusqu'au retour du Balancier qu'elle rencontre le plan incliné; pour lors elle agit à accelerer le retour. La même dent *i* échapant, tombe sur une autre partie circulaire du cercle *r* jusqu'au deuxiéme retour qu'elle rencontre de même son plan incliné pour sortir; ainsi les deux cercles *s r* servent successivement de repos au Rochet, & de Palette propre à former l'Echapement, & à maintenir les vibrations.

Un Maître Horloger a prétendu avoir perfectionné cet Echapement en faisant la pointe des dents en crochet, pour qu'il n'y ait que l'extrêmité qui frotte sur les cercles *s r*. On trouveroit le même avantage en plaçant les cercles un peu plus bas que le centre du Rochet, & en donnant aux dents l'inclinaison qu'ont ordinairement celle des Rouës de Rencontre; il en résulteroit même un avantage, qui est que les cercles pouvant être plus épais, les plans inclinés en seroient plus longs, donneroient plus de chasse aux vibrations, & acquerreroient certainement plus d'action de la puissance : ce qui est très-nécessaire à cet Echapement, qui a pour principal défaut de manquer de force. Il est donc évident que la prétenduë perfection que l'on a ventée tombe d'elle-même.

Le Régulateur de l'Echapement *Fig.* 21. est d'une forme singuliere. Le Sieur Sully l'Auteur, en a été si épris, qu'il ne comptoit pas moins que de trouver les longitudes par son moyen.

Voici les qualités qu'il lui donnoit. 1°. De remedier parfaitement aux variations provenantes de la dilatation & retrecissement des Métaux causée par le chaud & par le froid. 2°. Les variations causées par l'inégalité de la pesanteur des corps en divers endroits du globe terrestre. 3°. De conserver un parfait Isochronisme aux Arcs des vibrations de divers grandeurs, & de quelque cause que cette diversité puisse provenir. 4°. Que l'Horloge suspendu dans

un

un Vaisseau devoit maintenir une justesse aussi grande & aussi constante que celle d'une Pendule à Seconde sur terre.

Ce Régulateur est composé d'un Levier T *z*, & d'une courbe C S fixée après la tige du Balancier. Le Sieur Sully prétendoit qu'il falloit beaucoup de Géometrie pour tracer cette courbe, & que sans cela l'Horloge ne pouvoit être bien reglée.

Pour éviter les frottemens, le Balancier A est posé sur deux grands Rouleaux I H d'un côté, & sur deux petits Rouleaux de l'autre, qui ne paroissent pas. Le fil S S est attaché au centre de la courbe par un bout, & de l'autre à la petite portion de cercle *y y*, attaché sur le Levier qui se meut aussi sur deux Rouleaux *r r* pour diminuer les frottemens. Cette composition est vûë sur la Platine de derriere, qui a une ouverture circulaire *f e* pour voir le jeu des pieces. Quand le Balancier est en mouvement, le fil ou chaîne S S est tangente aux deux côtés de la courbe, & par ce moyen fait hausser le Levier *z*. Sa pesanteur accelerant, le retour du Balancier l'oblige à vibrer de l'autre côté. L'Aiguille O marque sur le demi cercle K L les degrés de vibration. L'Ecrou numeroté *n* est pour faire un équilibre avec la Courbe & le Balancier, & l'Ecrou T du Levier sert à augmenter ou diminuer la pesanteur du Levier pour pouvoir regler l'Horloge. Le nombre d'experiences que l'Auteur a fait n'ont apparemment pas réüssi selon qu'il se l'étoit promis, puisqu'il a abandonné de lui-même ce nouveau Régulateur. En effet, il ne se trouve pas avoir tant d'action sur le Balancier que le Ressort Spiral, & il est bien éloigné d'avoir autant de proprietés.

Fig. 22. Est un Echapement ancien connu sous le nom *d'Echapement à piroüette*, qu'on a employé à quelque Montre. La Roüe de Rencontre A est placée où est ordinairement la Roüe de Champ, & la Roüe de Champ D est en place de la Roüe de Rencontre. Cette Roüe engrenne dans un Pignon F fixé à la tige du Balancier, & sa tige porte deux Palettes B C qui font l'Echapement avec la Roüe de Rencontre à l'ordinaire, de sorte qu'on est maître de faire faire plusieurs tours au Balancier E, cela dépend du diametre du Pignon F. G est le spiral placé à l'ordinaire.

PLANCHE XLIII.

Fig. 22. Est un Echapement à une seule Palette, annoncé dans la regle artificielle du tems, *page* 271. Il est composé du

Levier K, d'un Arbre N qui porte l'équilibre Q, & le Rouleau M. Quand la Palette K est müë par le Rochet, son bras O qui porte une Vis avec son assiette appuie sur le Rouleau M, ce qui l'oblige de baisser; il se releve quand la vibration revient; & lorsque la Palette K échape, le demi cercle *r* présente sa rondeur à la dent du Rochet pour le retenir, pendant que la vibration s'acheve librement. Quand elle revient, le demi cercle *r* dégage le Rochet pour le laisser fraper sur la Palette K, de sorte qu'il paroît que la moitié des vibrations sont indépendantes du Rouage mais c'est ce que l'expérience ne prouve point.

Fig. 23. Est un Echapement que j'ai composé sur le même principe. La tranche cylindrique A présente sa convexité aux dents du Rochet pour les retenir lorsque la Palette B est echapée, & la vibration revenant, la tranche cylindrique permet au Rochet de tourner, & la Palette B se présente pour recevoir le choc d'Echapement. Le Pendillon C porte une Cheville qui traverse le Pendule par une fente qui y est faite pour le maintenir en vibration.

Fig. 24. Est un autre Echapement à une Palette. Le Crochet A retient le Rochet pendant que la vibration se fait. Il doit être aussi libre que l'Ancre à repos de l'Echapement des Pendules du Sieur Graham.

Fig. 25. Est l'Echapement des Montres du Sieur Graham qui est à deux repos. Le Rouage n'a point de Rouë de Champ. E est la forme de la Rouë de Rencontre qui est placée verticalement comme les autres. F est son profil. La verge du Balancier G a un Cylindre creux qui sert de Palettes, & dont le profil A B C D est representé quatre fois pour faire mieux voir les quatre actions principales de l'Echapement. Voici comme il agit.

La Rouë E tournant, le demi cercle A présente, je suppose, sa convexité pour le retenir; c'est sa premiere action. Le spiral ramenant le Balancier, la dent entre dans le Cylindre creux comme B le fait voir; c'est la seconde action. Il faut remarquer que les dents entrant ou sortant du Cylindre, accelerent beaucoup les vibrations d'un côté & de l'autre, parce que les pointes sont rentrantes, & le derriere de la dent est plus haut; ce qui forme un talus qui augmente le retour du Balancier. La dent frapant dans la convexité *c*, pour la troisiéme action, elle y reste pendant l'aller & le retour du Balancier, & quand elle se trouve dégagée, elle sort du Cylindre D en augmentant le retour de la

vibration ; c'eſt la quatriéme action. Une autre dent recommence ſur le demi cercle A, & ainſi ſucceſſivement.

Comme la forme particuliere de cet Echapement pourroit paroître difficile à executer, on ſera peut-être bien aiſe qu'on en diſe quelque choſe.

On doit commencer par faire la Rouë, on réſerve autour de ſa circonference un petit rebord, comme la *Figure* le fait voir, enſuite on creuſe la Rouë pour donner une élevation aux dents. Cette hauteur ſert pour éviter les battemens & contre-battemens du Balancier. Au moyen d'une entaille particuliere que l'on fait au demi cercle, ſi les dents n'avoient pas cette élevation, cette entaille ſe rencontreroit au même endroit où les pointes des dents agiſſent. Cette Rouë étant ainſi contournée, on la fend tout enarbré ſur la Machine avec une Fraize quarrée qui doit avoir une juſte épaiſſeur pour que la denture ait deux tiers de vuide, & un de plain ; c'eſt-à-dire, ſi la Rouë eſt de 13. on prendra deux rayons du cercle de 39. pour l'épaiſſeur de la Fraize, on arondis un des quarts de cette Fraize pour qu'elle n'affoibliſſe pas le derriere des dents, on prend enſuite une autre Fraize d'une forme inclinée, & propre à donner la petite inclinaiſon de la circonference de chaque dent qui ont une forme rentrante, comme on le voit à ſa *Figure*. Je ne ſçache pas qu'on puiſſe achever le reſte de ſes dents ſur la Machine ; c'eſt pourquoi on fera les Crochers à la Lime, ne demandant d'ailleurs d'autre exactitude que ce que la propreté exige.

Les deux Palettes du Balancier ſont paralleles, & formées d'un demi cercle qu'on appelle *Cylindre creux*. Pour exécuter cette Verge de Balancier on fait un Canon d'acier dont le trou doit avoir un peu plus de diametre que les dents n'ont de longueur, ou, ce qui eſt la même choſe, autant de diametre que la diſtance d'un des rayons du cercle de 39. Au point de la grandeur de la Rouë qui donne par conſéquent un tiers, au bout de ce Canon d'acier on ajoute deux autres Canons de cuivre rouge ; l'un eſt pour river le cercle du Balancier, placer la Virolle, &c. Au centre des deux petits Canons on y ajoute à frottement des Tigerons pour faire les Pivots ; mais avant de les placer on paſſe un Arbre liſſe au travers des Canons pour les tourner, & on donne à celui d'acier, pour diametre, un peu moins de deux tiers du vuide de la Rouë, après cela on l'entaille juſqu'au centre, plûtôt moins que plus ; pour former les Palettes ſur ce demi cercle, on y fait

une entaille à peu-près d'un tiers pour éviter les contre-battemens, comme on a dit, ensuite on trempe ce Canon, & on le remonte. Comme il y a différentes méthodes pour parvenir au même but, chacun suivra celle qu'il croira la meilleure.

La Cheville *r* placée au bas du Cylindre est pour prévenir les renversemens. Je ne connois point d'Echapement de Montre qui renferme tant de proprietés que celui-ci.

1°. Il est aussi simple que celui à Rouë de Rencontre. 2°. Il est moins susceptible des secousses. 3°. Il n'est point sujet au contre-battement, au renversement, ni à l'acrochement, quand même les trous s'agrandiroient. 4°. Il n'est pas beaucoup susceptible des inégalités de la force motrice ni de celles du Rouage. 5°. Les engrenages des dernieres Rouës sont plus constans que ceux des Rouës de Champ. 6°. La Montre se regle plus facilement sur toutes les positions. 7°. Enfin cet Echapement n'est pas si sujet à se déranger que les autres qui engrennent par la suite plus à une Palette qu'à l'autre.

Il me paroît que tant d'avantages réünis seroient encore plus admirables, si la traînée des dents qui se fait sur la convexité du Cylindre dans la concavité, quand la dent entre & sort, qui font quatre frottemens de différentes natures, n'obligeoient pas de nétoyer ces sortes de Montres plus souvent que nous ne faisons celles à Rouë de Rencontre.

Fig. 26. Est un Echapement à deux repos de Mr Flamenville, qui a fait l'attention de beaucoup d'Horlogers d'Angleterre, où il a été exécuté pendant trois ou quatre ans. Cet Echapement a plusieurs qualités de celui de Mr Graham, on l'a appliqué à des Montres que l'on a estimé n'avoir variées que de quelques Secondes dans un mois. Son défaut est d'être trop susceptible de variations lorsque l'huile devient épaisse. Cet Echapement est formé d'une Verge qui porte deux Cylindres A B sur lesquels on forme les Palettes en les entaillant jusqu'au centre parallele. Quand la Palette A, par exemple, a échappée, celle B présente sa rondeur à la dent qui appuie dessus, pendant que l'aller & le retour de la vibration se fait à l'aide du Ressort Spiral. Lorsqu'elle est revenuë, la Coupe ou Palette se présente pour donner prise à la dent qui agit par ce moyen à accelerer le retour de la vibration, pendant que le Cylindre A retient la Rouë de Rencontre, & ainsi de suite.

Fig. 27. Est un Echapement du Sr Enderlin. La Rouë d'Echa-

pement à des Chevilles autant d'un côté que de l'autre. La Verge du Balancier porte un demi cercle A, dont les extrêmités B C sont terminées en plan incliné. Quand la Rouë tourne, une Cheville, par exemple, frappe la partie du cercle horizontal B, elle y reste en repos jusqu'au retour du Balancier où le plan incliné se présente, pour lors la Cheville oblige le retour du Balancier, & la partie C se présente pour retenir la Rouë, & fait à son tour les mêmes effets.

Fig. 28. Est un autre Echapement du même Auteur. Il ne differe du dernier qu'en ce qu'au lieu de Cheville à la Rouë de Rencontre il a formé deux Rochets joints sur la même tige, comme la *Figure p* le fait voir. Quand l'un des Rochets a donné son choc, l'autre est retenu par le demi cercle de pareille forme que ci-devant. On a appliqué ces Echapemens à des Montres avec un petit changement; au lieu de donner un talus aux Palettes, on l'a donné aux dents de la Rouë. Cet Echapement branle beaucoup, & paroît susceptible de la salleté: Il est d'une nature à ne pouvoir être reglé sur différentes positions. Si on suppose la Montre posée sur son Cadran, le Pivot d'en bas du Balancier portera la pesanteur du cercle, & celle de l'action du Rouage. Si au contraire la Montre est sur son plat, le Pivot qui entre dans le Cocq ne portera que très-légerement, parce que le Balancier se trouvera élevé par l'action & la pression de la Rouë de Rencontre. Dans cette position la Montre doit nécessairement faire un effet différent que quand elle est posée sur son Cadran; d'ailleurs le principe sur lequel la Rouë communique l'action au Balancier est bien différent de l'Echapement ordinaire: c'est à quoi il faut principalement faire attention, pour mieux comprendre le ridicule de cet Echapement, & je sçais de l'Auteur qu'il ne l'a donné que pour tel. Le Sr Sully rapporte un pareil Echapement de Mr Tompion dans sa Regle artificielle du tems, seconde édition, page 245. mais il ne dit pas qu'il ait été suivi.

Fig. 29. Est un Echapement inventé par le Sr Vergo. La Rouë qui doit former l'Echapement engrenne dans une autre de pareil nombre; elles portent toutes deux la même quantité de Chevilles convenables pour la longueur du Pendule que l'on souhaite. C est la Piece qui échape; elle est fixée sur la tige qui porte la Fourchette. Quand la Rouë A tourne elle fait aussi tourner celle B qui renvoye l'Echapement C du côté A. Les Che-

villes de la Rouë A renvoyent la Piece du côté B, & ainsi de suite. L'Auteur a fait des Montres sur ce principe qui branle fort bien. Cet Echapement peut être meilleur pour des Pendules.

Fig. 30. Est un Echapement de Montre, dont la moitié des vibrations paroissent indépendantes du Rouage pendant qu'elles se font. Le Crochet B retient le Rochet ; le Balancier ramenant la Palette A, le Crochet s'éloigne pour laisser le Rochet libre à frapper la Palette ; & ainsi de suite. Cette sorte d'Echapement ne sçauroit aller sans Spiral.

Fig. 31. Est un ancien Echapement d'Allemagne composé de deux Rouës qui engrennent l'une dans l'autre, & qui portent chacune une Palette. Quand le Rochet tourne, il en rencontre une qu'il entraîne avec lui, par ce moyen les deux Rouës tournent, & les deux Balanciers se croisent. Quand la dent est échappée, la Palette opposée se présente pour retenir le Rochet, à son tour elle fait croiser les Balanciers de l'autre côté, de sorte qu'ils vibrent toujours d'un sens contraire. Cet Echapement étoit bon quand on ne connoissoit pas le Pendule & le Ressort Spiral. Il y a apparence qu'il a été mis au rang des inventions peu utiles, faute d'en sçavoir faire une meilleure application.

Fig. 32. Est une Verge disposé à faire des Palettes rapportées pour qu'on puisse les tremper fort dures. Cette Verge a été pratiquée pour l'usage des grosses Horloges. Elle a été faite de différentes façons qui tendent au même but.

PLANCHE XLIV.

Fig. 33. Est un Echapement que j'ai composé pour les grosses Horloges. Celui qu'on employe ordinairement est fait avec une Rouë de Rencontre. Quoiqu'il soit le plus naturel, il n'est cependant pas la meilleur pour ces Horloges, parce que le choc étant très-fort, l'Echapement en est plûtôt dérangé par la nature des frottemens qui tendent à l'éloigner de sa direction ; les Palettes recevant ordinairement le choc des dents de la Rouë, avant qu'elles arrivent au centre, elles en sont plûtôt creusées, parce que le choc d'un corps sur un plan oblique est plûtôt creusé que s'il se présentoit en ligne droite pour recevoir le même choc. On remarque que les trous des Pivots de la Rouë de Rencontre se grandissent toujours du côté qu'elle est poussée ; ce qui cause par la suite un arrêt inévitable.

La Rouë de Rencontre frappant sur des Leviers courts, le Pendule acquiert de grandes vibrations qui sont sensiblement diminuées par l'irrégularité qui arrive au Rouage par l'épaississement de l'huile qui ôte la liberté des parties frottantes, &c. Un Echapement qui peut se faire sur de grands Leviers diminuë les vibrations ; elles en sont plus égales & plus constantes. Il faut moins de force pour les entretenir. Les parties frottantes en sont plus durables. Le Pendule peut être plus long, la Lentille plus pesante, & par ce moyen les inégalités quelconques sont bien corrigées.

L'Echapement à deux Leviers a cette qualité ; mais son application n'est pas convenable pour des Horloges dont les frottemens sont très-forts ; les Palettes ne pouvant recevoir le choc qu'obliquement, elles se creusent aisément.

Cet Echapement est composé de la Rouë C à double dent, & des deux Leviers D E, F G qui sont mobiles sur deux tiges placées à angle droit de l'Arbre K L qui est la situation la plus commode, ayant égard à la construction de l'Horloge. G est un Rouleau qui est toujours joint contre l'assiette de la Vis F par le moyen du poids H. L'usage du Rouleau & de la Vis sont pour ouvrir ou fermer l'Echapement. L'Arbre du Levier G E porte la Fourchette qui n'est pas ici representée.

Quand on met le Pendule en vibration, le Crochet D, par exemple, vient d'échaper, le côté E reçoit sur la partie droite le choc de la Rouë ; la vibration se faisant, la denture est assez profonde pour que le Crochet ne la touche pas ; à son retour la dent rencontrant le plan incliné, elle accelere la vibration & oblige le Levier coudé E de s'écarter ; le Rouleau G par ce moyen pousse le Levier F D pour qu'il approche de la dent pour la retenir lorsque celle E a échappée ; de sorte que l'impulsion du choc se fait toujours sur une partie droite, par ce moyen il est évident que l'Echapement doit être plus durable, étant d'ailleurs d'une nature à ne pouvoir se déranger par l'agrandissement des trous.

Fig. 34. Est le même Echapement que j'ai simplifié.

Fig. 35. Est encore le même Echapement avec un changement qui doit lui faire donner la préference sur les deux autres, par la facilité & simplicité du Rochet, qui donne par sa construction l'avantage d'avoir les dents courtes sans que les pointes des angles des bras puissent causer quelque inconvénient lorsqu'on met le Pendule en vibration. La forme des Crochets de l'Ancre, dont

l'un est plus bas que l'autre, est nécessaire pour que cette construction fasse *Echapement*.

Fig. 36. Est un Echapement sur le principe de trois autres ; mais sa disposition n'est pas avantageuse pour la liberté de la vibration.

Fig. 37. Est une Rouë platte qui porte deux rangées de Chevilles qui renvoyent alternativement de côté & d'autre la figure triangulaire. A est l'Echapement qui porte la Fourchette.

Fig. 38. Est un Echapement à repos de Mr Amant qui est composé d'une Rouë platte, d'une rangé de Chevilles & de l'Arbre. La Cheville I quittant la Palette A, celle B reçoit le choc de l'Echapement. La vibration augmentant, la même Palette B avance retenant toujours la Rouë, de sorte qu'elle est comme immobile ; ce qui fait que l'Aiguille des Secondes ne recule point. La vibration revenant, la Cheville oblige de faire écarter le Crochet par le moyen du Plan incliné ; la Cheville échapant, elle tombe sur la partie droite de l'autre Crochet où elle fait les mêmes effets.

Planche 39. *Fig.* 39. Est un Echapement qui est appliqué à une grosse Horloge faite à Liege par le R. P. Thomas Hildeyard, Jesuite. Cet Echapement est composé des deux Leviers B C placés des deux côtés du Rochet A. Ils se communiquent leurs mouvemens par la Fourchette & le Bras E. Le Levier B porte encore la Fourchette D qui fait vibrer le Pendule F suspendu au point G. Cet Echapement se fait de la même maniere que ceux à deux Leviers ci-devant expliqués.

Planche 39. *Fig.* 40. Est un Echapement sur le même principe, inventés par les Sieurs Maillet de Morlier, & Bellefontaine en Franche-Comté. A B sont les deux Leviers qui portent chacun un Bras C D. Ils se communiquent leurs mouvemens par la traverse C D qui est mobile des deux côtés. Ces sortes d'Echapemens agissent de la même maniere que ceux à deux Leviers.

PLANCHE XLV.

Fig. 1. Est une composition pour corriger l'erreur causée par la dilatation de la Verge d'un Pendule qui bat les Secondes par la dilatation même. Cette méthode me fut communiquée dans une Lettre par le Sr Regnauld Horloger à Chaalons. Quelques mois après l'avoir reçûë, Mr de Mairan m'ayant demandé de lui faire

faire quelques Pendules pour les Astronomes de saint Petesbourg, me proposa d'y ajouter une contre-verge semblable à celle dont il s'agit ; & sur ce que je lui dis que j'en avois connoissance, il me fit voir le dessein qu'il avoit fait là-dessus dans ses manuscrits, à l'occasion d'une idée du Sr Graham qui étoit inserée dans les *Transactions Philosophiques* de 1728. Cette idée consiste à remplir la Lentille jusqu'à environ moitié de Mercure ; mais cette construction n'ayant pas assez de rapport au fait dont il s'agit, elle donna occasion à Mr de Mairan d'imaginer une contre-verge à peu-près telle que le Sr Regnault l'a décrit ci-après. Ce n'est pas la premiere fois que d'habiles gens se sont rencontrés dans la même idée.

Le plan vertical A est un mur dans lequel est scellée une barre de fer B au point E vis-à-vis le centre d'oscillation. Cette barre de fer porte par son bout superieur la Verge du Pendule à l'endroit G. Le Ressort F suspenseur de la Verge du Pendule passe entre deux Lames d'acier jointes ensemble dans la tête du Cocq qui déterminent le centre du mouvement. Il est aisé de voir que lorsque le Pendule allonge par la dilatation, la barre qui fait le même effet éleve le Pendule de la même quantité. On trouvera dans la suite différentes idées sur ce sujet.

Fig. 2. 3. & 4. Sont la construction d'un Pendule pour avoir des vibrations d'un tems égal aux Pendules à Ressort. Cette invention du Sr Regnauld consiste à faire le Pendule de deux pieces, la partie inferieure A portée par un Ressort plié en forme d'helisse, & l'autre partie B à l'ordinaire. On peut enfermer le tout à l'endroit où la Fourchette l'embrasse, comme on le voit representé par la *Fig.* 2. La *Fig.* 4. fait voir l'interieur avec son Ressort. La *Fig.* 3. represente les deux parties dont le Pendule est composé. Voici ce que l'Auteur rapporte sur cette invention.

» On sçait que les corps mûs en ronds tendent à s'éloigner du
» centre de leurs mouvemens, à proportion de la force qu'ils
» reçoivent ; d'où il suit que la Lentille de ce Pendule s'allonge
» en raison de l'action qui la fait vibrer, & forme des vibrations
» d'une durée égale, par ce plus ou moins d'allongement. Toute
» la difficulté dans l'exécution est de donner une pesanteur à la
» Lentille proportionnée à la force du Ressort. Voici une Mécha-
» nique dont on peut se servir.

» Il faut placer une petite Pendule à poids près d'une autre à
» Seconde, y suspendre le Pendule qu'on veut examiner, & après

» l'avoir mis en mouvement, compter combien il fait de vibra-
» tions pendant que celui des Secondes en fait 100, ensuite char-
» ger la petite Pendule d'un poids double de celui qui y étoit,
» & s'il arrive que le même nombre de vibrations du petit Pen-
» dule réponde encore à 100 de celui des Secondes, le poids de
» la Lentille est environ de la force du Ressort. S'il en fait plus,
» il faut mettre dans la Lentille quelques grains de plomb ; s'il en
» fait moins, en ôter & répeter les observations jusqu'à ce que
» l'on ait trouvé un parfait rapport de nombre de battement entre
» les deux Pendules avec le poids simple & double.

C'est par les inégalités des vibrations, sur tout dans les Pendules à Ressort que le Sr Regnault Horloger à Chaalon, a imaginé ce moyen qu'il substituë à la place de la Cycloïde qu'il prétend ne valoir que lorsque l'on voudroit faire marcher également deux Pendules de même calibre & de même nombre, & les Pendules de même longueur ; c'est le cas où il trouve la proprieté de la Cycloïde qui donneroit à la vibration de l'une à l'égard de l'autre une durée égale, qui sans elle, seroit détruit par un engrenage plus ou moins fort des Palettes à une Pendule qu'à l'autre ; mais comme on avoit dessein de procurer au même Pendule une justesse parfaite dans les grandes & petites vibrations, en se servant de la Cycloïde, le peu de fruit qu'on en a retiré l'a fait abandonner tout-à-fait.

Maniere de suspendre un Pendule pour les Secondes, qui entretient long-tems ses vibrations tendant à leur donner plus d'égalité, & peut être reglé sans les interrompre, par le même Mr Regnauld.

Fig. 5. A B represente de plat deux Pieces dont les sommets sont les cordes de deux portions de cercle soutenus par deux rayons chacune. Celle A est faite en forme de Fourchette, ainsi que la *Fig.* 6. la represente de profil, & soutient le Pendule par les Chevilles G G, *Fig.* 7. aux deux points H I *Fig.* 6. L'autre Piece B est telle qu'on la voit dans le profil *Fig.* 8. En passant dans la fente M *Fig.* 6. faite aux côtés de la Piece D qui est la partie superieure de la Verge d'un Pendule qui bat les Secondes, on a taraudé en Vis la partie qui excede le point de suspension pour faire monter & descendre, suivant le besoin, une petite Len-

tille ou Régulateur percée & taraudée dans son épaisseur afin de pouvoir par son moyen achever de regler la Pendule. On peut le faire monter & descendre en le tournant par les dents marquées à son plan *Fig.* 9. & toujours parallelement à la Cheville G G *Fig.* 7. sans interrompre ses vibrations. Il est clair par la *Fig.* 5. que ce Pendule une fois mis en mouvement l'entretient très-longtems ; puisqu'alors la Cheville C *Fig.* 6. qui le porte ne souffre aucun frottement, & qu'ils sont reportés sur les Pivots F G *Fig.* 7 *&* 8. des Pieces A B *Fig.* 5. qui étant un peu au large dans les trous de la barre de fer qui les portent, que l'on a jugé inutile de representer ici, roulent dedans sans frotter par le peu de mouvement qu'ils ont à faire, par conséquent la Pendule peut aller avec moins de poids.

Cette façon de suspendre un Pendule a une autre proprieté. C'est qu'étant en repos, ces Pivots C C *Fig.* 6. sont placés justement au milieu de la corde qui les soutient, & dans cet endroit le plus près du centre doivent être décrit les Arcs. Si on met le Pendule en mouvement, les Pivots C C font en roulant couler sous eux les deux cordes, & en quittant le point de la perpendiculaire au centre, sont forcés de monter, entraînant avec eux le Pendule & la Lentille. On doit inferer de-là qu'il faut pour cet effet une quantité de force pour faire monter jusqu'à un certain point, & que pour aller plus loin il en faudroit encore davantage : on veut dire par-là que si le Pendule étoit à l'ordinaire, & que la Lentille, par l'impulsion de la Fourchette, se fut éloigné de deux pouces de la ligne de direction avec une force double, elle pourroit aller jusqu'à quatre en supposant une flexibilité parfaite au Ressort superieur, puisque cet éloignement n'est autre chose qu'un Levier. Cela n'arriveroit point dans celle-ci, puisque l'excès de force qui pourroit faire décrire à la Lentille une portion de cercle plus grande est employée à la faire monter, par conséquent les vibrations tendent à un Isocronisme plus parfait.



ECHAPEMENT
AVEC DES FROTTEMENS REDUITS
par le Sieur Regnauld.

PLANCHE XLV.

FIGURE 41.

A A, Sont deux Rouleaux d'une forme lenticulaire portés par les Branches B B qui est une espece d'Ancre de deux pieces, lesquelles se fixent ensemble par le moyen des poids & d'une Vis, comme on le voit par le profil *Fig.* 11. Il y a dans la tête de cette Piece un trou quarré G, dans lequel passe une Verge de Balancier à l'ordinaire. La *Fig.* 12. est une Tige sur laquelle est enarbré obliquement le Cercle H, de façon que l'espace B C est moitié de l'Arc que doit décrire la Lentille. Lorsque le cercle H tourne entre les Rouleaux A A en les touchant au point D, il les force d'aller tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; & comme les bouts de l'Ancre roulent sur le cercle oblique, les frottemens sont reportés sur leurs Pivots qui sont très-minces. L'Arbre qui porte le plan H doit couper à angle droit la Verge du Balancier, & être placé à la hauteur & vis-à-vis les Pivots des Rouleaux qui tombent perpendiculairement dessus.

Il faut observer, dit Mr Regnauld, que le Pendule appliqué à cette Machine employe deux Secondes par vibration, afin de gagner du tems; c'est ce qu'il a pratiqué dans celui qu'il a construit, & qui fait son effet à merveille.

Fig. 42. Est une sorte d'Echapement que je nomme circulaire, puisque les deux Pendules tournent toujours du même côté. La communication qu'ils ont avec le Rouage est par la Cheville A qui entre dans une ouverture faite au Chaperon qui tient au Pignon B. Les lettres E F sont deux Ressorts qui aident les Pendules à s'écarter à peu-près en raison de leur vîtesse. C est la pointe du cône sur quoi les deux Pendules sont en équilibre.

DES IRREGULARITÉS DES PENDULES,

Par le Sieur ENDERLIN.

» L'Examen des causes de l'irregularité des Pendules est devenu » une chose fort intéressante. Plusieurs personnes en ont fait des » remarques dont il y en a de très-belles : mais comme cette matiere » semble n'être pas entierement épuisée, j'ai crû qu'il me restoit » lieu d'offrir ce que mes expériences & les réflexions que j'ai pû faire » m'ont apprises là-dessus. Pour l'intelligence des choses que je me » propose d'examiner, il est nécessaire de considerer, 1°. Le Pendu- » le comme seul & indépendant de l'Horloge. 2°. Comme y étant » joint & dont il ne fait alors qu'une partie.

» Le Pendule séparé de l'Horloge est simple ou composé.

» Le Pendule simple ne subsiste qu'en idée ; c'est un poids sans » étenduë suspendu au bout d'une ligne sans pesanteur, dont la » direction naturelle est perpendiculaire à l'horizon, & la pro- » proprieté la plus sensible de ce Pendule, est que le bout de la » ligne où est le poids étant écarté par quelque force étrangere, hors » de son assiette naturelle, pendant que l'autre bout de la ligne de- » meure fixe, la ligne faisant par ce moyen un angle aigu quelconque » avec la perpendiculaire susdite, & la force étrangere la quittant » dans cette situation, le Pendule commencera incontinent à faire » des vibrations de côté & d'autre de sa direction perpendiculaire » en des tems à peu-près égaux ; le poids parcourant en même » tems des Arcs de cercle dont les grandeurs diminueront à cha- » que vibration jusqu'à ce que le Pendule se remette en repos dans » sa premiere situation & direction perpendiculaire.

» Le Pendule composé, ou mixte, est celui dont la ligne de » suspension a de la pesanteur, laquelle on peut considerer comme » plusieurs petits poids attachés les uns aux autres, & dont le poids » au bas de cette ligne a de l'étenduë ; & pouvant être ainsi con- » sideré comme un amas de plusieurs poids qui étant quelques- » uns plus près, & d'autres plus loin du point de suspension, fe- » roit par cette raison des vibrations en des tems inégaux s'ils » n'étoient attachés les uns aux autres. Mais comme toutes les

» parties de ce Pendule composé sont joints de maniere qu'elles
» ne font ensemble qu'un seul corps, dont chaque partie est contrainte de suivre les tems des vibrations du tout ; il se trouvera
» par conséquent un point entre ses parties qu'on appelle *Centre*
» *d'oscillation*, qui marque la véritable longueur du Pendule pris
» du point de suspension, & qui en sera également éloigné comme
» seroit le poids d'une Pendule simple de son point de suspension,
» supposant que les vibrations de l'une & de l'autre se fassent en
» des Arcs de cercle & en des tems égaux.

» Tout Pendule est donc composé, mais il y en a qui le sont
» plus, & d'autre moins. Le Pendule le moins composé a sa Verge
» qui sert de ligne de suspension & sa boule ou poids au bas de la
» Verge l'endroit de la Verge où elle est attachée en haut est le point
» de suspension, & le point d'oscillation se trouve un peu plus haut
» que le centre de la Boule, & dans l'endroit où elle seroit coupée
» en deux parties d'égales pesanteur, y compris la Verge par un
» Arc de cercle, dont le centre seroit le point de suspension.

» La longueur du Pendule prise du point de suspension jusqu'au
» point d'oscillation détermine environ le tems de ses vibrations.
» Il y a d'autres conditions requises pour que le même Pendule
» fasse ces vibrations en des tems parfaitement égaux.

» Pour la premiere de ces conditions il est démontré qu'elles ne
» sçauroient se trouver dans le Pendule suspendu seul ; car étant
» mis en vibration par quelque force étrangere, cette premiere
» vibration se fera dans un Arc de cercle plus grand que la deuxiéme, & la deuxiéme plus que la troisiéme, &c. d'où naîtra
» nécessairement de l'inégalité, parce que les plus grandes vibrations emploiront plus de tems à s'achever que ne feront les
» plus petites.

» Pour la seconde de ces conditions, qui est la résistance inégale du milieu, il est assez évident qu'elle ne sçauroit toujours
» subsister à cause que la pression de l'Atmosphere change continuellement, ou plus ou moins ; mais on s'en console d'autant
» plus aisément, que la plus grande irregularité que ce changement puisse causer ne sçauroit jamais devenir sensible.

» Pour la troisiéme qui est le changement de la cause quelconque de la pesanteur telle qu'elle puisse être, on auroit peut-être sujet de croire que cela n'arrive qu'en transportant le Pendule en des lieux fort éloignés les uns des autres ; encore n'y a-t-il eu sur cet article que trop peu d'observations pour établir dans

» toute ſon étenduë un principe ſi nouveau & ſi important dans
» la Phyſique, & qui en apparence ne peut être que par cette voye.
» Voilà ce qui en eſt du Pendule ſeul indépendant de l'Horloge ; maintenant nous allons le conſiderer comme étant appliqué à l'Horloge, dont il ne fait alors qu'une partie.
» Le Pendule eſt appliqué à l'Horloge pour en regler le mouvement, & y réüſſit très-bien, non pas cependant ſans souffrir un changement notable dans ſon propre mouvement ; car comme le Pendule reçoit à chaque vibration une nouvelle force du Rouage pour l'entretenir en mouvement, il s'enſuit que les tems de ſes vibrations ſont accelerés par l'addition de cette force auxillaire ; de ſorte qu'un Pendule qui feroit ſeul un certain nombre de vibrations dans un tems donné, en feroit un plus grand nombre dans le même tems étant appliqué à une Horloge. Plus cette force auxillaire eſt grande, plus les vibrations du Pendule en ſeront accelerés, & plus un Pendule eſt court ou léger, plus ſon mouvement ſera acceleré par la même force.
» Plus le Pendule eſt acceleré par la force motrice, plus il eſt ſujet aux irregularités dans ſon mouvement, & cela pour pluſieurs raiſons.
» 1°. Parce que la force motrice étant ſujette aux changemens ; plus le mouvement propre du Pendule eſt acceleré par la force motrice, plus les impreſſions inégales de cette force motrice ſe rendent ſenſibles ſur le mouvement du Pendule. 2°. Comme une plus grande force motrice produit néceſſairement des vibrations d'un plus grand Arc de cercle qu'en produit une force motrice plus petite, & que les différences des tems des vibrations ſont plus grandes à proportion des degrés d'un grand cercle, qu'à proportion des degrés d'un plus petit Arc du même cercle, il s'enſuit que les inégalités d'une plus grande force motrice produiſent des irrégularités plus grandes dans le mouvement de la Pendule, que ne produiroit des inégalités qui auroient une même proportion à une force motrice qui ſeroit moindre. 3°. Plus l'Arc de cercle de la vibration eſt grand, plus l'inégalité de la réſiſtance du milieu devient ſenſible.
» Etant convaincu de ces principes par l'expérience, je vais, ſans perdre de vûë, à l'examen des cauſes de l'irrégularité de pluſieurs ſortes de Pendules qui ſont en uſage.
» Depuis la premiere invention du Pendule, on en a conſtruit

» de plusieurs manieres les uns plus parfaits ou moins sujets à des
» irrégularités que les autres. La perfection du Pendule comme
» faisant une partie de l'Horloge, consiste principalement en deux
» choses; la maniere de le construire, & celle de l'appliquer. Il a
» fallu aux Pendules comme aux autres inventions, qui ne se perfec-
» fectionnent qu'avec le tems, une succession d'un certain nom-
» bre de personnes qui les ayent considerés en différens points de
» vûës, y ont fait chacun à leur tour de nouvelles découvertes.
» Les premiers Pendules qu'on a communément fait, étoient
» d'un pied plus ou moins long avec une Lentille fort légere, &
» avec une Verge inflexible attachée à l'Axe des Palettes, qui se
» terminoient à deux Pivots sur lesquelles le Pendule frottoit con-
» tinuellement en faisant des vibrations, qui d'ailleurs décrivoit
» de grands Arcs de cercle. Il est vrai que le mouvement de ces
» premiers Pendules étoit infiniment plus régulier que celui des
» Horloges à Balancier, & tout le monde en fut charmé comme
» de raison; car pouvoit-on rien imaginer de plus beau qu'une inven-
» tion qui ne manquoit pas de mesurer le tems à une minute ou
» deux près par jour, lorsque l'on ne connoissoit que des Horloges
» sujets à manquer plus de dix fois autant dans un même espace
» de tems.

» Quoiqu'on fut surpris d'abord de la justesse du mouvement de
» ces premiers Pendules, on ne laissa pas dans la suite d'en remar-
» quer les imperfections; car étant court & léger, faisant de
» grand Arc de vibrations & frottemens continuels sur leurs Pi-
» vots, ils ne pouvoient qu'être sujets à des irregularités considera-
» bles, étant de plus appliqués à des Horloges dont le Rouage
» étoit grossierement fait & inégal, & le tout beaucoup moins bien
» construit que ce qu'on fait aujourd'hui: cependant il y a bien de
» l'apparence qu'on en eût demeuré-là pour long-tems, si M^r
» Huyghens n'eût songé àporter une découverte déja si heureuse à
» un plus grand degré de perfection, comme il croyoit le faire,
» en appliquant la Cycloïde aux Pendules: Invention pourtant
» sçavante & ingénieuse, & une des plus célebres du dernier
» siecle.

» On fut bientôt prévenu en faveur de la Cycloïde; mais il ar-
» riva une chose assez commune. On s'en promettoit trop; car
» dans la croyance que le Pendule seroit par son moyen en état
» de corriger toutes les autres irrégularités de l'Horloge, on com-
» mença à l'appliquer hardiment aux Horloges à Ressort, dont

on

» on retrancha la Fusée comme absolument inutile ; mais on ne
» fut pas long-tems sans s'appercevoir de son erreur ; car on trou-
» va que le Pendule, quoiqu'à Cycloïde ne laissoit pas d'obéïr
» aux efforts inégaux de la force motrice à peu-près comme il
» auroit fait sans Cycloïde. Comme cette expérience est un ar-
» gument contre l'inutilité de la Cycloïde dont je prétend qu'on
» s'étoit trop promis, je tâcherai d'en rendre raison.
» C'est un fait indubitable, confirmé par toutes les expériences
» qu'on en a fait, que tout Pendule appliqué aux Horloges à
» l'ancienne maniere auroient les tems de leurs vibrations accelerés
» par l'addition de la force motrice, & la raison est que la Rouë
» de Rencontre agit sur les Palettes qui communiquent l'effort
» qu'ils ont reçû à la Verge du Pendule, de maniere que le Pen-
» dule reçoit un contre-coup vers la fin de chaque vibration de
» toute la force de la Rouë de Rencontre ; ce qui interrompt la
» vibration & en abrege le tems à peu-près de la même maniere
» comme feroient deux Ressorts, qui seroient placés de façon que
» la Verge du Pendule heurteroit contre l'une & l'autre alterna-
» tivement vers la fin de chaque vibration ; il s'ensuit de-là que
» plus la force motrice est grande, plus le tems des vibrations se-
» ront accelerées, & par conséquent que l'inégalité de cette force
» produira des inégalités dans le mouvement du Pendule.
» Voyons maintenant en quoi consiste les avantages du Pendule
» à Cycloïde au-dessus du Pendule inflexible, & ce qui peut faire
» de plus ou de moins pour corriger les inégalités de l'accelera-
» tion des tems des vibrations causées par l'action inégale de la
» force motrice.
» La démonstration de la proprieté de la Cycloïde appliquée
» au Pendule ne prouve autre chose sinon que le Pendule décri-
» vant par ses vibrations des Arcs de Cycloïde, les tems de ses vi-
» brations seront toujours égaux, soit qu'il décrive des Arcs plus
» grands ou plus petits ; mais il faut bien prendre garde ici que cette
» démonstration ne subsiste que dans la suposition que le Pendule
» agit seul par sa propre pesanteur, après avoir été mis en mouve-
» ment, comme n'étant fondé que sur la connoissance qu'on a des
» loix de l'acceleration des vîtesses des corps pesans qui tombent
» en liberté indépendament de toute autre cause étrangere.
» Or un Pendule à Cycloïde étant appliqué à un Horloge reçoit
» tout comme un autre nécessairement & à chaque instant une
» nouvelle force pour entretenir ses vibrations, & en souffre le

» même contre-coup qui accelere les tems des vibrations, de sorte
» que selon que la force motrice est plus ou moins grande, l'ac-
» celeration des tems des vibrations de ce Pendule doivent l'être
» aussi dans une proportion à peu-près de même.

» Soit, par exemple, un Pendule à Cycloïde de longueur à faire
» 10800 vibrations par heure, qui est en raison de 3 par se-
» condes, & qu'il soit appliqué ensuite à une Horloge dont la
» puissance motrice le feroit accelerer seulement de 36 vibrations
» par heure, & pour se representer toutes les inégalités qui peu-
» vent survenir au Roüage, supposons que cette Horloge soit à
» Ressort sans Fusée, qu'elle aille 24 heures, & que la force du
» Ressort au commencement soit le double de ce qu'il est au bas,
» il est évident en ce cas que si l'Horloge accelere le Pendule de
» 36 vibrations par heure lorsque son Ressort agit avec sa plus
» grande force, elle ne le fera accelerer tout au plus que de 18
» vibrations par heure lorsque le Ressort n'agit qu'avec la moitié
» de sa force; de sorte que l'Horloge avanceroit par ce moyen
» dans la premiere heure de son mouvement de 18 vibrations de
» plus qu'elle n'avanceroit dans la derniere heure des 24, sans
» que la Cycloïde y puisse apporter le moindre remede; car soit
» que cette force acceleratrice étant inégale fasse faire au Pen-
» dule des Arcs de vibrations plus ou moins grands, ces vibra-
» tions se feront toujours en des tems égaux, en supposant qu'elles
» décrivent des Arcs de Cycloïde; l'inégalité de ces tems ne pro-
» viendra que de l'inégalité de la force motrice.

» Supposons maintenant le même Pendule appliqué à la même
» Horloge qu'on le laisseroit dans le même état à tout égard,
» hormis qu'on en ôteroit la Cycloïde, laissant faire au Pendule
» ses vibrations en Arc de cercle, je dis donc que ce même Pen-
» dule sans Cycloïde ne sera pas tant acceleré comme lorsqu'il
» étoit à Cycloïde, sçavoir de 36 vibrations dans la premiere
» heure, ni de 18 dans la derniere des 24. mais il manquera plus
» à proportion du premier de ces nombres qu'à proportion du
» dernier; de sorte qu'il y aura moins d'inégalité dans son mou-
» vement que dans le cas de la Cycloïde : en voici la raison. 1°.
» Ce Pendule ne sera pas acceleré de 36 vibrations dans la pre-
» miere heure comme il l'étoit avec la Cycloïde, parce que la
» plus grande force acceleratrice faisant faire au Pendule de plus
» grands Arcs de cercle, & que la grandeur de ces Arcs en tant
» que circulaire tendent à ralentir les tems des vibrations, il s'en-

» suit qu'il faut rabattre de l'acceleration totale de 36 vibrations » autant que le Pendule a dû être ralenti par l'excès des Arcs des » vibrations causées par la plus grande force acceleratrice.

» Supposons arbitrairement que cette soustraction devroit être » du tems de 6 vibrations, il en restera 30.

» Secondement, la moindre force acceleratrice qui agira sur le » Pendule pendant la derniere heure des 24. ne la fera pas » accelerer de 18. vibrations, comme lorsqu'il étoit à Cy- » cloïde, dont je viens de donner la raison ; mais la soustraction » à faire ne seroit non-seulement pas dans la proportion de 6 à » 36, mais presque nulle : En voici la raison. Comme les Arcs de » vibrations seront plus petits dans le tems que la force accelera- » trice est moindre, & que de petits Arcs de cercle s'approchent » plus à des petits Arcs de Cycloïde que ne font de grands Arcs » de cercle à de grands Arcs de Cycloïde, il s'ensuit que les tems » des vibrations du même Pendule avec la même force accelera- » trice se rapprocheront plus en ne décrivant que de petits Arcs » de cercle ou de petits Arcs de Cycloïde, qu'ils ne feroient en » décrivant de grands Arcs de cercle ou de Cycloïde, & par con- » séquent qu'il faut moins rabattre à proportion sur les tems des » 18 vibrations d'accelerées sur la derniere heure que sur les tems » des 36 sur la premiere. Or la proportion sans ce raisonnement » que je viens de faire seroit de rabatre 3 sur 18 comme 6 sur » 36 ; mais comme il faut moins rabatre sur les 18 ôtons-en 2 » restera 16. ainsi il n'y aura que la difference de 30 à 16 entre » les tems des vibrations accelerées causé par l'effort inégale de la » force motrice dans la premiere & dans la derniere heure sur le » Pendule sans Cycloïde, au lieu qu'il y aura une difference de » 36 à 18 dans le Pendule à Cycloïde, d'où je conclus que la » Cycloïde est plus nuisible à l'égalité des tems des vibrations d'un » Pendule appliqué à une Horloge dont la force motrice sera » inégale qu'elle n'y est avantageuse.

» Il y a encore d'autres causes qui diminuent l'utilité de la Cy- » cloïde ; en voici une. Supposant toujours le même Pendule qui » étant suspendu seul fait 10800 vibrations par heure, & qui » étant appliqué à l'Horloge en fait 10836 comme la quantité » de l'acceleration marqué ici par le nombre additionnal 36. qui » est pris arbitrairement & pourroit être bien plus grand ; comme » ce nombre, dis-je, est toujours indéterminable du moins d'avan- » ce, on ne peut former la Cycloïde que sur la longueur d'un

» Pendule qui feroit 10800 vibrations par heure ; mais un Pendule
» de cette longueur joint à l'Horloge se trouvera en faire 10836,
» il faut donc l'allonger pour réduire le nombre de ses vibrations
» à 10800, & il s'ensuivra de cet alongement que la Cycloïde
» déja faite ne sera plus la Cycloïde précise de ce Pendule ; mais
» quand même ces raisons ne subsisteroient point, il y en a d'au-
» tres, & que personne ne peut ignorer comme l'allongement &
» le retrecissement auquel est nécessairement sujet le fil flexible
» qui sert pour la suspension de cette sorte de Pendule selon le
» degré de la sécheresse ou de l'humidité de l'air ; ce qui pour-
» roit seul suffire pour détruire la justesse dont le Pendule seroit
» d'ailleurs susceptible.

» Tout ceci cependant ne conclut rien contre les démonstra-
» tions de Mr Huyghens, qui prouve que les tems des vibrations
» d'un Pendule décrivant des Arcs de Cycloïde seront toujours
» égaux, soit que ces Arcs soient plus grands ou plus petits, & ces
» démonstrations subsisteront toujours dans toutes leurs étenduës
» par rapport à un Pendule dont le mouvement ayant pour seule
» cause la pesanteur qui ne sera point troublé par des impressions
» étrangeres ; car ce n'est proprement qu'à ces impressions étran-
» geres que j'ai tâché de donner une vraye notion. Au reste je
» suis persuadé que l'invention de la Cycloïde a beaucoup con-
» tribué par accident à la perfection des Pendules, puisque ce
» n'étoit qu'à son occasion qu'on s'est trouvé obligé de se servir
» d'une Fourchette dont on a toujours conservé l'usage après, &
» la Fourchette ayant donné lieu à l'invention d'une nouvelle
» espece de Palette, on évite par ces deux moyens deux grands
» inconvéniens ausquels on étoit assujetti auparavant ; sçavoir,
» le frottement continuel d'un Pivot qui soutenoit tout le poids
» du Pendule & la nécessité des grandes vibrations.

» De la maniere dont on appliquoit le Pendule aux Horloges
» pendant plusieurs années, on s'assujettissoit nécessairement à de
» grands Arcs de vibrations ; ce qui sembloit rendre la Cycloïde
» très-nécessaire selon l'idée qu'on conçut d'abord ; mais il se trou-
» va dans la suite qu'on s'avisa heureusement d'appliquer le Pen-
» dule avec une Lentille fort pesante, & à lui faire battre les Se-
» condes en ne faisant que de petits Arcs de vibrations.

» Cette maniere de construire les Pendules leur a donné une
» perfection à laquelle on n'auroit dû s'attendre ; elle a aidé beau-
» coup à perfectionner les Observations Astronomiques, & l'Astro-

» nomie étant perfectionnée nous a fait voir à son tour que ces » Pendules sont encore sujettes à des irregularités infiniment sub- » tiles. On s'arrête cependant à ces subtilités-là, on en veut sça- » voir les causes, tâchons à les découvrir ; mais pour le faire il » est nécessaire de considerer cette sorte de Pendule dans chaque » partie de sa construction.

» A Paris ce Pendule est long de 3 pieds 8 lignes $\frac{1}{2}$ & sa Len- » tille pese environ 3 livres, il est suspendu ordinairement par » un Ressort très-mince & très-flexible, & il ne peut décrire par » ces vibrations qu'un Arc de 8 à 12 degrés, lequel étant pris » également de côté & d'autre de la ligne perpendiculaire de di- » rection se confonde plus ou moins à un Arc de Cycloïde selon » que l'Arc de vibration est plus ou moins petit ; ce qui ôte en- » tierement la nécessité d'une Cycloïde quand même elle auroit » tous les avantages que j'ai tâché de faire voir qu'elle n'a pas » pour regler les tems des vibrations d'un Pendule appliqué à une » Horloge. Ce Pendule est fort peu susceptible des irregularités » de la force motrice ; car la derniere Rouë de l'Horloge n'ayant » qu'une force égale à un gros ou environ, en a assez pour en- » tretenir les vibrations du Pendule ; & comme cette force que » je diviserai en 600 parties n'agit que sur un bras de Levier de $\frac{3}{4}$ » de pouce environ de distance du point de suspension, elle ne » sçauroit imprimer sur la Lentille qu'une impression réciproque- » ment comme la longueur du Pendule est au bras du Levier qui » sera de la 60e partie de la force motrice, ou de 10 parties des » 600 susdites, encore toutes les irregularités possibles de cette » force motrice pourront être réduits par le moyen de l'Echa- » pement à ne changer jamais de la cinquiéme partie de sa valeur, » & il faudroit des années pour que ces changemens aillent d'une » extrêmité à l'autre de cette cinquiéme partie, & il ne change- » roit par conséquent les grandeurs des Arcs des vibrations que » par degrés, si insensibles, qu'ils échaperoient au calcul par leur » extrême petitesse, de sorte qu'on peut assurer hardiment que » les plus sensibles des irregularités ausquelles ces sortes de Pen- » dules seront encore sujets ne viendront point alors des inégali- » tés de la force motrice, mais qu'il les faudroit chercher ail- » leurs.

» Il y a trois choses principales qu'on pourroit soupçonner com- » me contribuant aux irregularités de ce Pendule ; je les examine- » rai toutes trois, & je ferai sur chacune en particulier les re-

» marques qui se présenteront le plus naturellement à leur » sujet.

» La premiere de ces trois choses est la maniere de suspendre » le Pendule ; il y en a deux qu'on met ordinairement en usage, » un fil de soye ou une Lame de Ressort. Le fil s'allonge ou s'acour- » cit, par conséquent le Pendule, & cela à proportion de la lon- » gueur du fil ; car si le changement qui surviendroit par ce moyen » à un Pendule qui seroit suspendu par un fil long de trois pouces, » comme il le devroit s'il étoit à Cycloïde, alloit, par exemple, » à une Seconde par jour, un Pendule qui seroit suspendu par un » fil long d'une ligne n'en seroit changé que de la 36e partie » d'une Seconde dans le même espace de tems, ou ce qui est la » même chose, d'une seconde seulement en 36 jours, & les chan- » gemens qui pourroient survenir au Pendule par cette cause, se- » roient annoncés par l'Hygromettre. Une Lame de Ressort dont » on se serviroit pour suspendre le Pendule pourroit bien causer » aussi quelque changement aux tems de ses vibrations, & la va- » leur de ses changemens seroit plus ou moins grande selon que » la Lame seroit plus ou moins roide, ou selon que les Arcs de » vibrations seroient plus ou moins grands.

» La seconde chose contribuë beaucoup à l'irrégularité du Pen- » dule. L'allongement ou racourcissement de la Verge par la cha- » leur & le froid, quelques soient ces changemens, ils doivent » être annoncés par le Thermomettre.

» La troisiéme chose que je me suis proposé d'examiner, est la » résistance inégale de l'air au mouvement de la Lentille. Il est » certain qu'à la rigeur cette inégale résistance du milieu se doit » faire sentir sur un grand nombre de vibrations faites de suite » lorsque la pression de l'Atmosphere seroit la plus grande, & sur » un pareil nombre de vibrations faites de suite immédiatement » après lorsque la pression sera moindre ; mais comme cela n'ar- » rive que très-rarement ou presque jamais, que d'ailleurs la Len- » tille est formée de maniere à ne présenter qu'une petite sur- » face, & la plus propre qu'il soit possible pour fendre l'air dans » la direction de son mouvement ; on ne peut pas attribuer à cette » cause réelle un effort sensible ; quoiqu'il en soit, les plus petits » Arcs de vibrations y seront toujours les moins sujets, & si le » changement est sensible, il sera marqué par le Baromettre. On » ne peut pas douter que chacune de ces trois choses dont je » viens de parler ne tendent à déregler les vibrations du Pendule,

» il est très-certain qu'on s'en apperçoit peu quand la Pendule est » bien construite ; car autrement il seroit presque impossible d'avoir » jamais une Pendule à Seconde sur le tems moyen à une seconde » près en 4, 6 ou 8 jours, &c. ce qu'on peut faire avec assez de » facilité quand elle est bien faite.

Dans la Piece qui a remporté le prix de l'Académie Royale des Sciences en 1736. Mr Bernoulli fait plusieurs démonstrations analogues aux Ressorts Spiraux qu'on appliquent aux Montres. Il conseille d'en mettre deux attachés au centre du Balancier dont les Spires tournent en sens contraire pour avoir, dit-il, *un centre d'équilibre forcé* ; il prétend remedier par ce moyen au tremoussement & rendre les vibrations plus égales, au lieu qu'à un seul Ressort on ne peut avoir qu'un centre d'équilibre oisif qui n'a pas assez d'action sur le Balancier pour le garantir des tremoussemens & maintenir les vibrations aussi égales. Ce qu'il entend par *centre d'équilibre forcé*, ce sont les deux Ressorts qui étant bandés deviennent entagoniste de l'un à l'autre ; c'est-à-dire, que le premier Ressort qu'on placera tirera le Balancier tout d'un côté, & absolument hors de son Echapement, & le second spiral qui tirera d'un sens contraire ramenera le Balancier pour que les Palettes soient paralleles à la Rouë de Rencontre, & qu'elles soient dans leurs Echapemens à l'ordinaire.

Ce qu'il entend *par centre d'équilibre oisif*, est un Balancier avec son Ressort ordinaire arrêté. Le Ressort n'est bandé ni d'un côté ni d'un autre, par conséquent il reste dans l'inaction ; ce qui est la même chose dans un centre d'équilibre oisif.

EXTRAIT DU MEMOIRE.

» Il faut remarquer, dit Monsieur BERNOULLI, que l'Equilibre » forcé est absolument nécessaire pour que les tremoussemens » grands ou petits soient tautochrones ; car quand les petites par- » ties étant en repos ne sont pas pressées par les deux côtés oppo- » sés, ou, ce qui revient au même, quand elles sont simplement » dans une équilibre oisif, alors le tautochronisme du trémousse- » ment ou de petites vibrations, n'aura pas lieu, &c.

» On a beau ajouter au Balancier deux Ressorts Spiraux, ou » tant d'autres que l'on voudra, on n'avancera jamais à rendre » le tautochronisme au mouvement du Balancier, à moins qu'on » ne mette deux Ressorts Spiraux dans un centre d'équilibre for-

» cé, &c. Il ne s'agit pas de fabriquer des Ressorts Spiraux qui » pressent le Balancier avec des forces selon une loi donnée pour » toutes leurs dilatations, on n'en viendroit peut-être jamais à » bout ; mais il faut sçavoir seulement de quelle maniere il faut » appliquer au Balancier deux Ressorts ordinaires & dont les Spires » soient à contre-sens pour qu'ils produisent le tautochronisme dans » l'agitation du Balancier.

» Pour cette fin, il n'y a qu'à les appliquer ensorte que le point » où ils sont attachés à l'Arbre du Balancier soit dans un équili- » bre forcé lorsqu'il n'est pas en mouvement ; il faut donc que » dans cet état de repos chaque Ressort soit comprimé ou resseré, » & point débandé entierement comme on le fait dans la pratique » ordinaire ; il faut même observer que quand le Balancier fait » ses vibrations, les plus grands allongemens alternatifs de chaque » Ressort n'aillent jamais jusqu'à l'entiere extinction de la force qu'il » auroit de s'allonger ou de s'étendre encore davantage s'il n'en » étoit empêché ou retiré par son antagoniste.

» Quant à la figure de ces petites Lames Elastiques, je préfere- » rois à la Spirale, tant pour la commodité que pour l'exactitude, » la figure ondoyante telle que feu Monsieur de la Hire l'a ingé- » nieusement inventé & communiqué dans les Mémoires de 1700. » *page* 166. Voyez *Figure* W. *Planche* 45. Selon la description » qu'il en fait ce Ressort auroit un grand avantage sur celui en » Spiral s'il n'avoit pas le défaut commun avec celui-ci, qui est qu'en » n'employant qu'un Ressort ondoyant comme l'Auteur le prescrit. » On voit bien que dans l'état de repos du Balancier le point de la » Fourchette par où l'extrêmité du Ressort tient au Balancier seroit » un centre d'équilibre oisif, par conséquent incapable de rendre » les vibrations tautochrones par les raisons susdites. C'est pour- » quoi, pour perfectionner cette belle invention, je conseillerois » d'appliquer au côté opposé un autre Ressort ondoyant entago- » niste & semblable au premier, observant au reste les mêmes » conditions & les mêmes précautions que j'ai recommandé pour » le Ressort Spiral afin d'obtenir un centre d'équilibre forcé. Tout » ce qu'il y auroit encore à insinuer là-dessus c'est de faire ensorte » que les excursions de ce centre ne soient pas trop longues, au- » quel cas les forces motrices des Ressorts cesseroient d'être pro- » portionnelles aux éloignemens du centre de repos, ni trop » courtes, parce que le Balancier seroit trop sujet à s'arrêter.

Monsieur Bernoulli auroit fait plaisir aux Horlogers de mar-

quer

quer en quoi le Ressort ondoyant *est plus commode & plus exacte* que le Ressort Spiral, afin de les engager dorénavant à le pratiquer. On lui auroit été pareillement obligé s'il avoit fait quelques expériences sur les deux Ressorts appliqués au Balancier. Pour moi qui en ait fait, je n'y ait rien trouvé qui méritât d'être suivi. Peut-être que j'ai obmis quelques circonstances réservés à l'Auteur.

MEMOIRE

Sur la Figure des dents des Rouës & des Aîles des Pignons, pour rendre les Horloges plus parfaites.

Par Monsieur C A M U S, *de l'Académie Royale des Sciences.*

DE toutes les Figures qu'on peut donner aux dents des Rouës & des Pignons d'une Horloge, celle qui tend à la faire marcher avec une force & une vîtesse uniforme, & qui fait que les Pieces font toujours les unes sur les autres des efforts égaux, doit être regardée comme la meilleure.

Cette égalité de force est non-seulement nécessaire pour faire mouvoir une Horloge uniformement, mais encore pour la faire mouvoir avec la même puissance motrice qu'il est possible.

Une Machine qui ne va pas avec une force toujours uniforme, ou dont les Pieces agissent les unes sur les autres avec des forces tantôt plus grandes & tantôt plus petites, a besoin pour aller, qu'on lui donne toute la puissance motrice qui lui est nécessaire dans la situation la plus avantageuse de ces Pieces; ensorte que la puissance motrice qui pourroit la faire marcher dans une situation moyenne entre la plus avantageuse & la moins avantageuse, ne suffiroit pas pour la faire toujours aller.

Une Machine au contraire dont la force est toujours uniforme, c'est-à-dire, où les Pieces font toujours les unes sur les autres des impressions également avantageuses, pourra toujours marcher avec la puissance motrice moyenne qui ne pouvoit point faire aller la premiere.

Monsieur de la Hire examinant la courbure qu'il faut donner aux dents des Rouës pour qu'elles menent un Pignon avec une

vîteſſe toujours égale à celles qu'elles ont elles-mêmes, a démontré dans ſon Traité des Epicycloïdes & de leurs uſages dans les Méchaniques, qu'une dent de Rouë devoit avoir la figure d'une Epicycloïde engendrée par un point de la circonference du Pignon qui rouleroit ſur la circonference convexe de la Rouë. Mais cette Epicycloïde n'a lieu que quand le Pignon eſt une Lanterne dont les Fuſeaux ſont infiniment déliés.

Quoique l'Epicycloïde dont je viens de parler (c'eſt Mr Camus qui parle) ne ſoit point propre pour mener uniformement une Lanterne dont les Fuſeaux auroient un diametre fini, Mr de la Hire s'en ſert comme de bâſe pour avoir la courbe qui doit produire la force uniforme qu'il cherche.

Quand Mr de la Hire a conſtruit l'Epicycloïde qui doit mener la Lanterne dont les Fuſeaux ſeroient infiniment déliés, il lui tire en dedans une parallele à la diſtance du rayon du Fuſeau qu'il ſuppoſe cylindrique. Cette parallele rognant l'Epicycloïde d'une quantité égale au rayon du Fuſeau, comme elle doit mener le Fuſeau cylindrique par ſa circonference, l'Epicycloïde répond toujours au centre du Fuſeau, en ſorte que la parallele à l'Epicycloïde mene la Lanterne par la circonference de ſon Fuſeau, comme l'Epicycloïde la meneroit par le centre du même Fuſeau, ou par un Fuſeau infiniment délié. D'où il ſuit que cette Epicycloïde rognée mene toujours la Lanterne avec une force uniforme.

Mr de la Hire ſe ſert encore de l'Epicycloïde propre à mener une Lanterne à Fuſeaux infiniment déliée, pour conſtruire les courbes propres à mener un Pignon dont les aîles ont des faces droites comme dans les ouvrages ordinaires d'Horlogerie; mais ſa conſtruction eſt beaucoup plus compoſée que celle de la courbe qui doit mener une Lanterne à Fuſeaux cylindriques, elle paroît même ſujette à pluſieurs inconvéniens.

Premierement, on ne connoît point la nature de la courbe ainſi tracée par le moyen de l'Epicycloïde.

2°. On ne ſçait point par quel endroit la dent de la Rouë mene l'Aîle du Pignon, ni par conſéquent le point ou la dent abandonne l'Aîle.

3°. On ne connoît pas facilement de combien la Rouë engrenne dans ſon Pignon, ni par conſéquent le rapport qu'il y a entre le diametre de la Rouë & celui du Pignon. Du moins ces trois choſes ne ſe peuvent connoître que graphiquement, de même que la

courbe de la dent qu'il faut tracer avant toutes choſes.

Pour découvrir la figure de la dent qui doit mener uniformement l'Aîle d'un Pignon, j'ai commencé par examiner comment & par quels endroits la dent de la Roüe devoit mener l'Aîle, & comme je détermine toujours juſqu'où une dent doit mener le Pignon, je connois auſſi toujours le point de l'Aîle où la dent abandonne le Pignon ; par-là je trouve la quantité de l'engrenage & le rapport des diamettres de la Roüe & du Pignon.

DEFINITIONS.

Quand deux Roües engrennent l'une dans l'autre, j'appelle *Roüe* la plus grande, & *Pignon* la plus petite.

La dent d'un Pignon ſe nomme *Aîle*.

La dent d'une Roüe ſe nomme *Dent*.

J'appelle *ligne des centres* la droite A G qui joint les centres de la Roüe & du Pignon.

REMARQUE.

1°. Une Roüe peut mener un Pignon, & le Pignon peut mener la Roüe.

2°. La dent de la Roüe peut rencontrer l'Aîle du Pignon avant d'arriver dans la ligne des centres, ou quand ils y ſont arrivés.

Dans l'examen de ces différens cas, je cherche, 1°. Qu'elles doivent être les figures de la dent & de l'Aîle lorſque la Roüe mene le Pignon ; ce qui fera le ſujet des trois Articles. Dans le premier je déterminerai la nature de l'Aîle & de la dent quand la dent ne prendra l'Aîle que dans la ligne des centres ou après avoir paſſé cette ligne. Dans le deuxiéme, je donnerai la nature de l'Aîle & de la dent lorſque la dent prendra l'Aîle avant d'être arrivé dans la ligne des centres, & qu'elle la quittera en arrivant dans cette ligne des centres. Dans la troiſiéme, j'examinerai la figure de la dent & de l'Aîle quand la dent rencontrera l'Aîle avant la ligne des centres, & qu'elle la conduira au-delà de la ligne des centres.

2°. Les Méthodes pour déterminer la figure de la dent & celle de l'Aîle étant trouvés dans l'hypotheſe que la Roüe méne le Pignon, il ne ſera pas difficile de les appliquer au cas où le Pignon mene la Roüe, toute la différence ne conſiſtera même qu'à changer le nom du Pignon en celui de Roüe, & celui de Roüe en celui de Pignon. R ij

PREMIERE PARTIE,

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la Dent lorsque la Rouë mene le Pignon.

ARTICLE PREMIER.

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la Dent lorsque la Dent ne rencontre l'Aîle que dans ou après la ligne des centres.

THEOREME I.

PLANCHE XLVI.

FIGURE 1. 2. 3.

B G étant le rayon d'une Rouë & A B le rayon d'un Pignon que la Rouë entraîneroit par sa circonference avec une force égale à la sienne & une vîtesse aussi égale à la sienne.

Soit l'Aîle A H de figure quelconque menée par la dent C Z aussi de figure quelconque, si par le point C où la dent rencontre l'Aîle, l'on tire O C F perpendiculaire à l'Aîle, je dis que l'on aura :

1°. La force avec laquelle la circonference B Z entraîne la circonference B H du Pignon.

Et la force avec laquelle la circonference du Pignon tournera quand il sera mené par le point C de son Aîle, comme A B x D G est à A D x B G.

2°. La vîtesse avec laquelle la circonference B Z de la Rouë entraîne la circonference B H du Pignon, est la vîtesse avec laquelle tournera la circonference du Pignon quand il sera mené par le point C de son Aîle, comme A D x B G est à A B x D G.

DEMONSTRATION.

Du centre G de la Rouë soit mené G F perpendiculairement

ſur O F, & du centre A du Pignon ſoit mené A O perpendiculaire à la même droite O F.

Soit f la force & u la vîteſſe avec leſquelles tourne la circonference du Pignon, quand cette circonference même eſt entraînée par la circonference B Z de la Rouë, on aura auſſi f pour la force & u pour la vîteſſe avec leſquelles la circonference B Z de la Rouë tournera.

Soit φ la force & v la vîteſſe avec leſquelles la circonference du Pignon tournera, lorſque la dent C Z le menera par le point C de ſon Aîle, il faut démontrer que,

1°. $f : \varphi :: AB \times DG : AD \times BG$.

2°. $u : v :: AD \times BG : AB \times DG$.

Pour cela ſoit F la force & V la vîteſſe que la Rouë a ſuivant la direction F O, il eſt évident que la Rouë pouſſera le point G de l'Aîle avec une force égale F & une vîteſſe $= V$. Tout cela poſé on aura,

1°. $f : F :: FG : BG$. 2°. $u : V :: BG : FG$.

Et comme F eſt la force & V la vîteſſe avec leſquelles le point G de l'Aîle eſt pouſſé tandis que φ eſt la force & v la vîteſſe avec leſquelles tourne la circonference B Z du Pignon, on aura,

1°. $F : \varphi :: AB : AO$. 2°. $V : v :: AO : AB$: mais à cauſe des triangles ſemblables A D O, G D F, on aura,

1°. $GF : AO :: DG : AD$. 2°. $AO : GF :: AD : DG$.

Et 1°. $AO : GF :: AO : GF$. 2°. $GF : AO :: GF : AO$.

Multipliant chaque ſuite d'analogie par ordre, on aura,

1°. $f : \varphi :: AB \times DG : AD \times BG$. 2°. $u : v :: AD \times BG : AB \times DG$. Ce qu'il falloit démontrer.

COROLAIRE. I.

Planche 46. *Fig.* 1. Si la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans du Pignon B H, il eſt clair que l'on aura $AB \times DG > AD \times BG$, & par conſéquent $f > \varphi$ & $u < v$.

C'eſt-à-dire, que le Pignon tournera avec plus de force & moins de vîteſſe quand il ſera mené par ſa circonference même, que quand il ſera mené par le point C de ſon Aîle par la dent C Z, ſi la ligne O C F coupe la ligne des centres au dedans du Pignon.

COROLAIRE 2.

Fig. 2. Si la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans de la Rouë, il eſt évident que l'on aura $AB \times DG < AD \times BG$, & par conſéquent $f < \varphi$ & $u > v$.

C'eſt-à-dire, que le Pignon tournera avec moins de force & plus de vîteſſe quand il ſera mené par ſa circonference que quand il ſera pouſſé par le point C de ſon Aîle, ſi la droite O C F coupe la ligne des centres au dedans de la Rouë.

COROLAIRE 3.

Fig. 3. Enfin ſi la perpendiculaire O C F coupe la ligne des centres au point B où la circonference de la Rouë & celle du Pignon ſe touchent, il eſt viſible que l'on aura $AB = AD$, & $BG = DG$, & par conſéquent $AB \times DG = AD \times BG$, ce qui rendra $f = \varphi$ & $u = v$.

C'eſt-à-dire, que le Pignon tournera avec la même force & la même vîteſſe, ſoit que la circonference B Z l'entraîne par ſa circonference B H, ſoit qu'il ſoit pouſſé par un point G de ſon Aîle, ſi la droite O C F coupe la ligne des centres au point B.

COROLAIRE 4.

Fig. 3. Donc les courbures de la dent & de l'aîle doivent être telles que la droite B C tirée du point B au point d'attouchement de l'aîle & de la dent ſoit en même tems perpendiculaire à l'aîle & à la dent.

COROLAIRE 5.

Fig. 3. Comme l'Arc B H compris entre le point B & le bout de l'aîle eſt égal à l'Arc B Z compris entre le point B & la naiſſance de la dent, & que la droite B C eſt la même perpendiculaire pour l'aîle & pour la dent; il ſuit que ſi de tous les points P de l'Arc H B on tire des perpendiculaires P M à l'aîle, & que de tous les points Q de l'Arc Z B, on tire dés perpendiculaires Q R à la dent; les perpendiculaires correſpondantes à l'aîle & à la dent ſeront égales chacune à chacune; car les points correſpondans P Q des Arcs H B, Z B, ayant paſſé en même tems par le point B, les perpendiculaires P M, Q R correſpondantes à l'aîle & à la dent ſe ſoient confonduës en une même B C.

COROLAIRE 6.

Fig. 3. pl. 46. Si la face A C H de l'aîle n'est point concave, la perpendiculaire tirée du point B à l'aîle tombera toujours au dedans du Pignon, & par conséquent l'aîle A H n'aura pas besoin d'être prolongée au-delà de la circonference B H pour recevoir la perpendiculaire B C, & comme la Rouë est obligée de pousser le Pignon par le point C, le rayon entier de la Rouë doit surpasser celui de la circonference B Z de toute la quantité de l'engrainage, c'est-à-dire, que le rayon du Pignon sera le même, soit qu'il soit entraîné par sa circonference, soit qu'il soit poussé par une dent C Z qu'il reçoit entre ses aîles, & que le rayon de la Rouë qui engrenera pour mener le Pignon sera plus grand de tout l'engrenage que le rayon G B de la Rouë qui n'auroit point de dents.

THEOREME 2.

Fig. 3. Si l'on veut que le Pignon tourne comme la Rouë avec une force toujours uniforme, les courbures A C H, C Z de l'aîle & de la dent doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera au dedans du Pignon sur la circonference H B pour décrire l'aîle, & sur la circonference Z B pour décrire la dent.

DEMONSTRATION.

Puisque la courbure de l'aîle est telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'Arc H B, & la courbure de la dent aussi telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'Arc Z B, ces deux courbes peuvent être engendrées par un mouvement épicycloïdal; mais il faut démontrer qu'elles auront la même courbe génératrice.

Deux courbes A H, Z C sont engendrées par une même courbe par un mouvement épicycloïdal quand les parties H P, Z Q de leurs bâses étant égales, les perpendiculaires P M, R Q à ces courbes sont aussi égales.

Mais nous avons vû dans le Corolaire 5. du Theoreme précédent, que H P & Z Q étant égales, P M & R Q étoient aussi égales.

Donc la courbure A C H de l'aîle & celle Z R C de la dent ont une même courbe génératrice qui roulera sur H B au dedans

du Pignon pour décrire l'aîle, & qui roulera sur Z B au dehors de la Rouë pour décrire la dent. C. Q: *f*: D.

COROLAIRE 1.

On voit par ce Theoreme que,

1°. Toute ligne qui ne pourra point être engendrée comme les Epicycloïdes par le roulement d'une autre courbe sur une bâse circulaire concave, ne pourra point être la figure de l'aîle d'un Pignon.

2°. Toute courbe qui ne pourra point être engendrée comme les Epicycloïdes par le roulement d'une autre courbe sur une bâse circulaire convexe ne pourra point non plus être la figure de la dent d'une Rouë.

COROLAIRE 2.

Fig. 3. Comme le bout H de l'aîle & la naissance Z de la dent se sont trouvés en même tems au point B, il est clair que dans cette situation la naissance de la dent a mené le bout de l'aîle, & dans cette position comme la perpendiculaire au bout de l'aîle & à la naissance, la dent a passé aussi par le même point B. Cette perpendiculaire a été égale à zero; d'où il suit que:

La courbe géneratrice qui a formé l'aîle & la dent les a formé par un point de sa circonference; puisque quand cette courbe a formé le bout de l'aîle & la naissance de la dent le rayon génerateur étoit égale à zero; ainsi il n'y avoit point d'interval entre le point décrivant & le point de la courbe géneratrice qui rouloit alors sur H B & sur Z B, & par conséquent le point générateur de l'aîle & de la dent a été aussi le premier point de la bâse géneratrice.

COROLAIRE 3.

Fig. 3. Puisque le point décrivant est le premier point de la bâse génératrice, il suit nécessairement que le bout de l'aîle doit être perpendiculaire à la circonference H B du Pignon, & que la naissance des dents doit être perpendiculaire à la circonference Z B de la Rouë qui engreneroit infiniment peu.

COROLAIRE

COROLAIRE 4.

Puisque la naissance de la dent est perpendiculaire à la circonference Z B, il suit que :

1°. La dent Z R C doit être convexe du côté qu'elle conduit l'aîle ; car elle est décrite par une courbe génératrice qui a roulé de Z vers B, & que sa naissance est perpendiculaire à l'Arc Z B.

2°. La dent Z R C (qui, comme nous l'avons dit, doit être perpendiculaire à l'Arc Z B) ne peut point être un Arc de cercle ; car un Arc de cercle ne sçauroit être un Epicycloïde engendré par une courbe finie. La dent ne peut point être non plus une section conique.

COROLAIRE 5.

Donc l'aîle du Pignon, ne sçauroit être toute convexe du côté qu'elle est menée, & passer par le centre, ou le renfermer. Car son extrêmité H ne seroit point perpendiculaire à l'Arc B H, par la même raison cette aîle ne sçauroit être toute concave du côté qu'elle est menée, & passer par le centre ou le renfermer.

Tout ce que je viens de dire est dans la supposition que la dent commence à rencontrer l'aîle dans la droite des centres

THEOREME 3.

Fig. 4. Planche 46. Si la face, ou plûtôt le profil de la face d'une aîle du Pignon, est une ligne droite tendante au centre du Pignon, je dis que la figure de la dent sera une *Epicycloïde* qui aura pour génératrice un cercle dont le diamettre sera égal au rayon du Pignon, & pour bâse la circonference du cercle Z B.

DEMONSTRATION.

La figure de l'aîle & celle de la dent doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera sur la circonference concave du Pignon pour décrire l'aîle, & sur la circonference convexe Z B de la Rouë qui engreneroit infiniment peu pour décrire la dent.

Mais la courbe qui en roulant dans la circonference concave d'un cercle décrit une droite tendante au centre sera aussi un

cercle qui aura pour diametre le rayon du Pignon, & ce cercle doit rouler ſur l'Arc Z B, & par conſéquent la figure de la dent de la Rouë ſera une ſimple Epicycloïde qui aura pour courbe génératrice un cercle dont le diametre eſt égal au rayon du Pignon, & pour bâſe la circonference du cercle Z B. C : Q : F : D.

COROLAIRE.

Donc le Pignon dont les faces des aîles ſont des droites tendantes au centre, a le même diametre que s'il n'avoit point d'aîle, & qu'il fut entraîné par ſa circonference ; car ſes aîles ſont au dedans du cercle : mais il n'en eſt pas de même de la Rouë ; elle doit fournir l'engrenage, & par conſéquent ſon rayon doit être plus grand que celui de celle qui entraîneroit le Pignon par ſa circonference de toute la quantité de l'engrenage.

THEOREME 4.

Si les aîles du Pignon ſont des Fuſeaux infiniment déliés, la figure de la dent ſera un Epicycloïde qui aura le Pignon même pour courbe génératrice, & la circonference Z B pour bâſe.

DEMONSTRATION.

Le Fuſeau étant infiniment délié ne ſera qu'un point H dans le profil du Pignon, & ce point ſera dans la circonference ; mais ce point H devant être la ſeule choſe décrite dans le tems que la courbe génératrice roulera dans l'Arc H B, il eſt clair que cette courbe génératrice doit être entierement appliquée ſur l'Arc H B, & doit être par conſéquent la même courbe que H B ; car ſi cette courbe génératrice n'étoit pas conſtament appliquée ſur H B, le point générateur décriroit une ligne, & non un point.

Donc le même Arc H B doit auſſi être la courbe génératrice de la dent, & comme cette courbe génératrice doit rouler ſur Z B pour décrire la dent, il ſuit que,

La figure de la dent ſera un Epicycloïde qui aura le Pignon même pour cercle générateur, & la circonference convexe Z B pour bâſe. C : Q : F : D.

PROBLEME I.

La face de l'aîle étant un plan dirigé vers l'axe du Pignon, & la distance des Pivots de la Rouë & du Pignon étant donnée avec le nombre des dents de la Rouë & le nombre des aîles du Pignon, trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

SOLUTION.

Fig. 5. *Planche* 46. Comme nous suposons toujours que la dent C Z ne prend l'aîle A H que quand ils sont arrivés dans la ligne A G des centres, la dent C Z doit mener l'aîle A H jusqu'à ce que l'aîle A B soit arrivée dans la ligne A G.

Mais si du point B l'on tire B C perpendiculaire à l'aîle A H, le point C sera celui par lequel l'aîle A H doit être poussé par la dent C Z, & par conséquent la Rouë doit engrener jusqu'en C, ainsi la distance des Pivots étant A G, G C sera le rayon de la Rouë, & A B le rayon du Pignon.

Mais la circonference B Z M qui passe par les pieds des dents de la Rouë tournant aussi vîte que la circonference B H du Pignon, ces circonferences sont entre elles comme les nombres de leurs dents, & leurs rayons G B, A B sont dans le même rapport ; ainsi,

appellant $\begin{cases} d \text{ le nombre des dents de la Rouë,} \\ a \text{ le nombre des aîles du Pignon,} \end{cases}$

on aura $a : d :: AB : GB$,

& par conséquent $\begin{cases} a + d : a :: AG : AB. \\ a + d : d :: AG : GB. \end{cases}$

D'où l'on tire $AB = \frac{AG \times a}{a + d}$ & $GB = \frac{AG \times d}{a + d}$.

Les rayons A B & G B du Pignon & de la Rouë qui entraîneroit le Pignon par sa circonference étant ainsi connu, & l'angle B A H étant de $\frac{360\, d}{a}$ on connnoîtra A C & par conséquent on aura un triangle C A G où l'on connoîtra un angle C A G avec les deux côtés A C, A G qui le comprennent, & par conséquent le 3e côté C G qui est le rayon de la Rouë sera connu. C: Q: F: D.

COROLAIRE.

Si du rayon C G de la Rouë on retranche B G que nous venons de trouver $= \frac{AG \times d}{a + d}$ le reste C Q sera la quantité de l'engrenage de la Rouë dans le Pignon.

ARTICLE II.

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la dent quand la dent rencontre l'Aîle avant la ligne des centres, & la même avant la ligne des centres.

THEOREME 5.

PLANCHE XLVII.

FIGURE 6. 7. 8.

B G étant le rayon d'une Rouë, & A B le rayon d'un Pignon que la Rouë entraîneroit par sa circonference avec la même force & la même vîtesse qu'elle a, & soit une dent C Z qui pousse une aîle A H de Pignon avant la ligne A G des centres, si par le point C où la dent rencontre l'aîle, ou mene une droite O C F perpendiculaire à la dent & à l'aîle, je dis que l'on aura,

1°. { La force avec laquelle la circonference B N entraîneroit la circonference B M du Pignon où elle engrene infiniment peu, Est à la force avec laquelle la même circonference B M du Pignon tournera le Pignon étant poussé par le point C de son aîle.

Comme A B × D G est à A D × B G.

2° { La vîtesse avec laquelle la circonference B M du Pignon seroit entraînée par la circonference B N, Est à la vîtesse avec laquelle tournera la même circonference du Pignon tournera, ce Pignon étant mené par un point C de son aîle.

Comme A D × B G : A B × D G.

DEMONSTRATION.

Soit *f* la force & *u* la vîtesse que la Rouë a au point B par lequel entraîneroit la circonference B M du Pignon où elle engreneroit infiniment peu, *f* sera aussi la force, & *u* la vîtesse que cette circonference B M recevroit du point B de la Rouë.

Soit F la force & V la vîtesse que la Rouë a suivant la direc-

tion F C O, si l'on tire G F & A O perpendiculairement sur O C F, on aura,

1°. f : F : : F G : B G. 2°. u : V : : B G : F G.

Enfin soit φ la force & v la vîtesse qui résulteroit à la circonference B M du Pignon, ce Pignon étant poussé F C O avec une force égale F & une vîtesse = V, on aura,

1°. F : φ : : A B : A O. 2°. V : v : : A O : A B.

Mais à cause des triangles semblables A D O, G D F, on a,

1°. A D : D G : : A O : F G. 2°. D G : A D : : F G : A O.

Enfin on a aussi,

1°. D G : A D : : D G : A D. 2°. A D : D G : : A D : D G.

Multipliant par ordre ces deux suites d'analogie,

on aura { 1°. f : φ : : A B x D G : A D x B G.
2°. u : v : : A D x B G : A B x D G.

C : Q : F : D.

COROLAIRE 1.

Fig. 6. Planche 47. Donc on aura,

1°. $f > \varphi$ & $u < v$ quand la perpendiculaire O C F coupera la ligne A G des centres en dedans du Pignon primitif B M.

2°. *Fig.* 7. $f < \varphi$ & $u > v$ quand la perpendiculaire D C F coupera la ligne A G des centres au dedans de la Rouë primitive B N.

3°. *Fig.* 8. Enfin $f = \varphi$ & $u = v$ quand la ligne des centres sera coupée par F C O au point B où se touchent les deux circonferences.

COROLAIRE 2.

Donc si l'on veut que le Pignon tourne avec une force & une vîtesse toujours uniforme comme tourneroit la circonference B M entraînée par la circonference B N d'une Rouë ; il faut que la figure de la dent & celle de l'aîle soit telle que la droite B C tirée du point B au point d'attouchement C de l'aîle & de la dent soit perpendiculaire à l'aîle & à la dent.

COROLAIRE 3.

Donc le point Q de l'aîle pris dans la circonference B M & le point R de la dent pris dans la circonference B N se trouveroient ensemble dans la ligne A G des centres, & que les deux circonferences B M & B N doivent tourner également vîte les Arcs B Q,

B R seront égaux, quelque soit la distance du point B aux points Q & R. D'où il suit que si de tous les points de l'Arc B Q on tire des perpendiculaires à l'aîle A Q H, & de tous les points de l'Arc B R des perpendiculaires à la dent R C Z, les perpendiculaires correspondantes seront égales. Car les points correspondant des Arcs B Q, B R passant en même tems par le point B, les perpendiculaires tirées de ces points correspondant à la dent & à l'aîle se confondront dans la perpendiculaire B C, & lui seront égales.

COROLAIRE 4.

Si la dent P R C Z de la Rouë n'est point concavée du côté qu'elle mene la perpendiculaire B C tirée du B sur la dent tombera toujours au dedans du cercle B N qui entraîneroit le Pignon par sa circonference. D'où il suit que la dent R C Z sera entierement dans le cercle B N, au contraire, l'aîle Q C du Pignon sera obligée de sortir du cercle B M pour recevoir la perpendiculaire B C, & pour être menée par la dent R C Z; ainsi le rayon de la Rouë restant toujours de même que si elle devoit entraîner, le rayon du Pignon par sa circonference sans y engrener, le rayon du Pignon qui seroit mené par sa circonference doit augmenter de toute la quantité de l'engrenage quand il sera mené par ses aîles.

THEOREME 6.

Si l'on veut que le Pignon tourne toujours avec une force & une vîtesse égale à celle de la Rouë, les courbures R C Z, Q C H de la dent & de la Rouë doivent être engendrées comme les Epicycloïdes par le même point d'une même courbe génératrice qui roulera au dedans de la circonference B R de la Rouë pour décrire la dent, & sur le convexe de la circonference B M du Pignon primitif pour décrire l'aîle du Pignon.

DEMONSTRATION.

1°. Puisque la courbure R C Z de la dent est telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'arc B R sans qu'elle se coupe entre B R & Z R, la dent R Z peut être engendrée comme les Epicycloïdes par une courbe qui roulera dans le concave de l'arc R B.

2°. Puiſque l'aîle Q C H du Pignon eſt auſſi telle qu'on lui peut mener des perpendiculaires de tous les points de l'arc B Q ſans que ces perpendiculaires ſe coupent entre Q B & Q C H, il eſt clair que l'aîle Q C H peut auſſi être engendrée comme les Epicycloïdes par une courbe qui roulera ſur le convexe de l'arc B Q.

Mais ſuivant le *Corolaire* 3. du *Theoreme* précédent, les perpendiculaires tirées de tous les points de l'arc B R à la dent R C Z ſont égales chacune à chacune aux perpendiculaires tirées de tous les points de l'Arc B Q à l'aîle Q C H.

Donc la dent R C Z & l'aîle Q C H ſont engendrés comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera au dedans de l'arc B R pour décrire la dent R C Z, & ſur le convexe de l'arc B Q pour décrire l'aîle Q C H. C : Q : F : D.

COROLAIRE 1.

Fig. 8. *Planche* 47. Comme le bout R de la dent & la naiſſance Q de l'aîle arriveront enſemble au point B, il eſt évident qu'à cette arrivée ce ſera le bout R de la dent qui menera le point Q de l'aîle, & qu'alors le point C ſe confondra avec les points R & Q dans le même point B, & la perpendiculaire B C qui eſt le rayon décrivant, l'aîle & la dent deviendra nul. D'où il ſuit comme dans le *Corolaire* 2. du *Theoreme* 2. que le point décrivant l'aîle & la dent ſera le premier point de la courbe génératrice.

COROLAIRE 2.

Donc, 1°. La dent R C Z eſt perpendiculaire ſur la circonference R B N. 2°. L'aîle Q C H eſt auſſi perpendiculaire ſur la circonference B Q M.

COROLAIRE 3.

2°. Cette aîle Q C Z ne ſçauroit être un arc de cercle ; car l'aîle devant être perpendiculaire ſur la circonference B Q M ſi elle étoit circulaire ſon centre ſe trouveroit dans une tangente Q X au point Q de la circonference B Q M, & on ne pourroit par conſéquent pas tirer des perpendiculaires de tous les points de l'arc Q B ſur l'aîle ; ce qui empêcheroit cette aîle de pouvoir

être engendrée par un mouvement Epicycloïdal demandé pour l'uniformité.

THEOREME 7.

Si la face R C Z de la dent de la Rouë est une droite tendante au centre de la Rouë, la figure Q C H de l'aîle sera une Epicycloïde qui aura pour courbe génératrice un cercle dont le diamettre sera égale au rayon G B de la Rouë.

DEMONSTRATION.

Une droite R C Z tendante au centre d'un cercle est une Epicycloide qui a pour courbe génératrice un cercle dont le diametre est égal au rayon B G du cercle dans la circonference duquel il roule.

Mais l'aile Q C H doit avoir la même courbe génératrice que la dent droite R C Z.

Donc l'aile Q C H doit avoir pour courbe génératrice un cercle qui aura pour diamettre le rayon B G de la rouë B N, & ce cercle générateur de l'aile doit rouler sur le convexe de l'arc B Q.

Donc l'aile Q C H est une Epicycloide qui a pour courbe génératrice un cercle dont le diametre est égal au rayon B G. de la Rouë. C : Q : F : D.

THEOREME 8.

Si la dent de la Rouë est un fuseau infiniment délié situé en R dans la circonference de la Rouë, la figure Q C H de l'aile sera une Epicycloide qui aura pour courbe génératrice, la Rouë même R B N. ...

DEMONSTRATION.

Le point R regardé comme Epicycloïde peut être conçû comme engendré par un cercle placé dans le cercle R B N de même diamettre, dans lequel il ne peut par conséquent rouler, sans quoi il décriroit plus d'un point.

Donc l'aîle Q C H qui seroit mené par ce point R qui represente un fuseau infiniment délié, doit aussi être engendré par un cercle de même diamettre que le cercle R B N ou par le cercle R B N lui-même. C : Q : F : D.

PROBLEME

PROBLEME II.

Les dents d'une Rouë étant droites & dirigées vers le centre, la diſtance A G des Pivots ou centres de la Rouë & du Pignon étant données avec le nombre des dents de la Rouë & le nombre des aîles du Pignon trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

SOLUTION.

Soit { *d* le nombre des dents de la Rouë,
a le nombre des aîles du Pignon,

Le rayon de la Rouë étant le même que ſi la Rouë entraînoit ſimplement le Pignon par ſa circonference l'on aura,

Le rayon B G de la Rouë $= \frac{AG \times d}{a + d}$

Le rayon du Pignon ſeroit $\frac{AG \times a}{a + d}$ s'il n'étoit point aîlé; mais comme il eſt plus grand que A B de toute la quantité de l'engrenage, il faut avoir recours au triangle A C G.

Comme A C G eſt connu de $\frac{360^d}{d}$ la droite G C ſinus de ſon complement ſera connu; & comme la diſtance A G des Pivots eſt donnée, le triangle A C G ſera parfaitement connu. On connoîtra donc le rayon A C du Pignon qui reſtoit à trouver.

C: Q: F: D.

COROLAIRE

Si le rayon A C du Pignon étant trouvé ſi l'on en retranche A Q ou A B $= \frac{AG \times a}{a + d}$ le reſte ſera la quantité de l'engrenage.

ARTICLE III.

Où l'on examine la figure de l'Aîle & celle de la Dent dans le cas où la Dent rencontre l'Aîle avant la ligne des centres, & la conduit par-delà la ligne des centres.

Q B H étant un Pignon que la Rouë R B Z entraîneroit par ſa circonference.

Si la dent P R O qui rencontre l'aîle A Q R avant la ligne des

centres, ne conduifoit cette aîle que jufqu'à la ligne des centres, on trouveroit par l'Article 2 que la dent R O feroit prife dans la Roue primitive R B Z, & que l'aîle A Q R fortiroit du Pignon primitif H B Q de toute la quantité de l'engrenage qui fe fait dans la Rouë primitive R B Z.

Mais la dent R O doit conduire l'aîle par de-là la ligne A G des centres, & pour que cette conduite fe faffe uniformement, la dent C Z doit fortir de la Rouë primitive de toute la quantité de l'engrenage qui fe fait dans le Pignon primitif.

Donc, dans le cas où la dent rencontre l'aîle avant la ligne des centres & la conduit au de-là de cette ligne, il faut que les rayons G B, A B de la Rouë & du Pignon primitif qui engreneroient infiniment peu, augmentent l'un & l'autre d'une certaine quantité. Et ces augmentations de rayon font telles que, 1°. Q K, ou la partie de l'aîle qui fort du Pignon primitif, & R O, ou la partie de la dent prife au dedans de la Rouë primitive, feront tous deux engendrés comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera fur la partie convexe B Q du Pignon primitif pour décrire la portion Q K de l'aîle, & qui roulera au dedans de l'arc B R pour décrire la portion R O de la dent, comme nous l'avons fait voir dans l'Article 2.

L'autre partie Q A ou H A de l'aîle qui eft dans le Pignon primitif, & l'autre partie R P ou Z C de la dent (laquelle portion de dent fort de la Rouë primitive) font engendrées auffi comme les Epicycloïdes par une même courbe qui roulera dans le concave de l'arc H B du Pignon primitif pour décrire la portion d'aîle H A qui eft dans le Pignon primitif, & qui roulera fur le convexe de la circonference Z B de la Rouë primitive pour décrire la portion de dent Z C qui faille hors la Rouë primitive.

Chaque face ou côté de dent eft donc compofé de deux Epicycloïdes; la portion R O eft engendrée par une courbe qui a roulée dans la concavité de l'arc R B, & l'autre portion R O engendrée par le point de courbe qu'on a fait rouler fur le convexe R E de la Rouë primitive.

Chaque face, comme A Q R, des aîles des Pignons fera auffi compofée de deux Epicycloïdes; la partie A Q qui eft comprife dans le Pignon primitif fera engendrée, comme les Epicycloïdes, par le point d'une courbe qu'on fera rouler dans l'arc concave Q M, & la portion Q R de la même aîle fera engendrée par un point de la même ou d'une autre courbe qui roulera fur l'arc convexe Q B du Pignon primitif.

Quand on aura déterminé l'angle G A Q compris entre la ligne des centres & la position A Q de l'aîle lorsqu'elle est rencontrée par la dent avant la ligne des centres, ou quand on aura déterminé l'angle A G R, on trouvera par le Problême 2. la quantité Q K qu'il faut ajouter au rayon A Q du Pignon primitif pour engrener. Et l'on trouvera par le Probleme 1. la quantité R P ou Z C qu'il faut ajouter au rayon G B de la Rouë primitive pour faire aussi l'engrenage. Le Problême suivant éclaircira cette pratique.

PROBLEME III.

La distance A G des centres du Pignon & de la Rouë étant donnée avec le nombre des aîles du Pignon & le nombre des dents de la Rouë, la partie A Q de la face de l'aîle & la portion R O de la face de la dent étant aussi droite, & H Q étant donnée à B Q comme *m* est à *n* trouver le rayon de la Rouë & celui du Pignon.

SOLUTION.

Soit { *d* le nombre des dents de la Rouë,
a le nombre des aîles du Pignon,

On aura { l'Angle H A Q, ou l'Arc H Q $= \frac{360}{a}$
l'Angle Z G R, ou l'Arc Z R $= \frac{360}{d}$

On aura aussi { A B $= \frac{AG \times a}{a+a}$ rayon du Pignon primitif,
B G $= \frac{AG \times d}{a+d}$ rayon de la Rouë primitive,

Puis par hypothese H Q : B Q : : *m* : *n*.

On aura aussi —— Z R : B R : : *m* : *n*.

Ce qui donnera B R ou l'angle A G R $= \frac{ZR \times n}{m} = = \frac{360 \times n}{d \cdot m}$

Où on connoît A G on connoît aussi K G; car c'est le sinus du complement de l'angle A G R. On aura donc tout le triangle A G K, & par conséquent on aura A K qui est le rayon du Pignon. C : Q : F 1°. trouver.

Il faut maintenant chercher le rayon C G de la Rouë, puis H Q. B Q : : *m*. *n*. On aura B Q $= \frac{HQ \times n}{m} = \frac{360 \times n}{a\,m}$ & comme l'angle H A Q $\frac{360}{a}$ on aura l'angle H A G $= \frac{360^{\circ} \times n}{a \cdot m} = \frac{360^{\circ} \times \sqrt{m-n}}{a\,m}$

Mais A G est donné, & A C est facile à trouver, puisqu'il est le sinus de l'angle C A G pour un rayon = A B.

Donc on connoîtra par la trigonometrie le reste du triangle C A G, & par conséquent C G rayon de la Rouë sera trouvé. C : Q : F. 2°. trouver.

REMARQUES

Sur les trois Articles de ce Mémoire.

QUoique le Pignon puisse être mené par une Rouë de trois façons différentes, comme je l'ai expliqué dans les trois Articles qui composent ce Mémoire, ces trois manieres ne sont pas également avantageuses.

Quand une dent de Rouë rencontre une aîle de Pignon avant la ligne des centres pour la conduire jusqu'à cette ligne ou au-delà, la dent & l'aîle engrene de plus en plus à mesure qu'elles approchent de la ligne des centres; ce qui a deux inconvéniens.

Premierement, la Machine se salit plus vîte parce que toutes les ordures sont poussées par la Rouë vers le fond du Pignon, ce qui n'arrive point quand la dent rencontre l'aîle après la ligne des centres.

Secondement, la dent & l'aîle font un frottement rentrant qui les fait arbouter plus ou moins l'un contre l'autre suivant que le frottement est rude, & ce frottement doit être d'autant plus rude que toutes les ordures sont poussées vers le fond du Pignon, & qu'il ne s'en perd point.

Ces deux inconvéniens qui se trouvent dans la conduite de l'aîle par la dent avant la ligne des centres, sont assez considerables pour faire rejetter cette conduite quand on peut faire autrement.

Quand la dent de la Rouë ne rencontre pas l'aîle du Pignon avant la ligne des centres, c'est-à-dire, que la dent ne conduit l'aîle qu'après la ligne des centres, on a les deux avantages opposés aux inconvéniens qui accompagnent la conduite avant la ligne des centres. 1°. Les ordures ne restent point dans le Pignon, la dent les en retire. 2°. Le frottement ne se fait qu'en sortant, & il n'y a point par conséquent d'arboutement de la Rouë contre le Pignon, il y a même un troisiéme avantage; c'est que l'engrenage est plus considerable, & par conséquent moins sujet à se

perdre ; mais ce dernier avantage devient ſouvent un inconvénient quand le Pignon a trop peu d'aîles ; il en eſt même toujours un dans le Pignon de 8 ou 9, & au-deſſous.

L'inconvénient du grand engrenage dans les Pignons de 8 ou 9 & au-deſſous, eſt que la Rouë ne ſçauroit engrener dans ſon Pignon, & que la Machine ne ſçauroit par conſéquent aller.

La méthode de faire mener l'aîle par la dent en partie avant la ligne des centres & en partie après cette ligne, doit avoir néceſſairement les inconvéniens de la méthode où l'aîle eſt menée avant la ligne des centres ; mais ces inconvéniens n'y ſont pas ſi conſiderables, lorſque la dent mene l'aîle en partie avant & en partie après la ligne des centres, elle prend l'aîle plus près de cette ligne que ſi elle la conduiſoit entierement avant la ligne des centres ; ce qui fait que la dent & l'aîle rentrent moins l'une dans l'autre, elles rentrent plus parallelement, & rendent par conſéquent l'arboutement moins conſiderable.

Comme de toutes les figures conſtruites à la lime la plane & la droite eſt la plus facile à exécuter & à reconnoître, il ſemble qu'on la doit préferer aux autres dans l'Horlogerie quand les Pieces la peuvent recevoir, & comme l'aîle du Pignon la peut recevoir en partie quand elle eſt menée avant & après la ligne des centres, & qu'elle peut être entierement droite quand elle n'eſt menée qu'après la ligne des centres. La méthode de faire conduire l'aîle uniquement après la ligne des centres a encore l'avantage de permettre à l'aîle d'être droite. Mais comme il arrive ſouvent que la Rouë ne ſçauroit engrener dans cette conduite, & qu'il faut ſçavoir reconnoître cet inconvénient, on enſeigne à le connoître dans le Problême ſuivant.

PROBLEME IV.

Trouver ſi la Rouë peut engrener dans le Pignon quand elle conduit le Pignon après la ligne des centres ſeulement.

SOLUTION.

Ayant trouvé l'angle C G B par le moyen du triangle A G C dont nous nous ſommes ſervi dans le Problême 1, ſi cet angle C G B eſt plus petit que la moitié de l'angle B G Z qui eſt de 360 diviſé par le nombre des dents de la Rouë, l'engrenage ſera impoſſible.

Car la dent C Z cessant de mener l'aîle A H, l'aîle suivant A D & la dent D L arriveront dans la ligne des centres, & les aîles A H, A K feront des angles égaux avec la ligne des centres.

Mais Z C & B L étant des aîles égales & semblables, on aura $ZQ = BT$, & par conséquent $ZGB = QGT$.

Donc si l'angle C G A est plus petit que l'angle $\frac{ZGB}{2}$ il sera aussi plus petit que l'angle $\frac{QGT}{4}$ & par conséquent on aura $AGL > AGC$. Et comme $GC = CL$, il s'ensuit que G L & par conséquent la dent D L coupera A K ; ce qui empêchera l'engrenage.

C : Q : F : T.

CHAPITRE,

Sur la figure des Dents des Rouës, & des Aîles des Pignons,

Par Monsieur ENDERLIN.

LA denture étant la partie la plus essentielle de l'Horlogerie, j'ai crû qu'après les principes que l'on vient de donner de Mr Camus, il ne seroit pas inutile de rapporter ici les idées du Sr Enderlin, qui sont démontrées d'une façon à être entenduës de plus de personnes. Les varietés qu'il a reconnu parmi les Horlogers pour la denture, l'a engagé à chercher le vrai ; car les Allemands veulent des Pignons à lenterne, les François forment les Aîles en grain-d'orge, les Anglois font des Pignons eflanqués, c'est-à-dire, des Aîles toutes plates sur les côtés, & très-maigre vers le centre : enfin on n'a point eu jusqu'ici de regle sûre. Le Ministre *Leutman* a enseigné à tracer la forme des dents & des aîles avec leurs ouvertures, profondeur & arondissement ; mais tout le monde convient que l'on ne peut guéres s'en tenir à ce qu'il en dit. Un second Traité traduit d'Anglois en Allemand, qui a aussi parlé sur cette matiere, est dans le même cas, on ne peut non plus s'y arrêter. Voici les voyes dont l'Auteur de cette Méthode s'est servi pour parvenir à ce qu'il a trouvé.

Il faisoit d'abord des Pignons de 6 de cuivre mince d'environ 2 pouces de diametre, & des portions de Rouës qui n'avoient

que 3 ou 4 dents, & d'un diametre proportionné à celui du Pignon; il attachoit l'un & l'autre sur une planche bien unie, & autour de chaque centre il décrivoit des cercles qu'il divisoit en parties égales, celui du Pignon en 36 parties, & celui de la Rouë qu'on supposoit être de 48 dents, en 288 parties aussi égales, de maniere qu'il avoit par ce moyen chaque distance des aîles & des dents divisée en 6 parties, de cette maniere il regardoit chaque dent avec son aîle de Pignon comme deux Leviers, qui devoient agir l'une sur l'autre avec forces égales; par conséquent chacun en son particulier doit avoir une vîtesse égale depuis le commencement de l'action jusqu'à la fin, qui est le tems qu'une autre dent vienne à rencontrer un autre aîle, ou pour mieux dire, jusqu'à ce que le Pignon aye $\frac{6}{36}$ & la Rouë $\frac{6}{288}$ chacun dans son cercle. Ainsi avec beaucoup de patience il parvenoit à former des dents qui menoient le Pignon avec une vîtesse à peu-près égales; mais voyant que ces dents avoient une certaine courbure, il jugeoit que ce ne pouvoit être que le roulement d'un cercle sur un autre. Voici comme il le prouve.

PLANCHE XLVIII.

Fig. 1. Si le cercle B D que l'on supose le Pignon, roule sur l'arc A C partie d'une Rouë, le point O vers B décrira la ligne courbe *o m r* E. Car suposant la Rouë de 5 pouces de diametre faite comme une Poulie ou Rouleau, & le diametre du Pignon de même, de façon qu'il puisse faire quatre tours en roulant autour de la Rouë; on pourroit le faire de toute autre grandeur; mais pour se fixer on s'arrête à une Rouë de 24 avec un Pignon de 6, on divise donc la circonference de la Rouë en 24, & celle du Pignon en 6; chacune de ces divisions peuvent encore être sous-divisées, comme dans cette exemple où ils sont en 4, & qui font 96 parties pour la Rouë & 24 pour le Pignon. Si le Pignon fait un demi tour sur l'arc A C de la Rouë, chaque division des deux circonferences se doivent rencontrer jusqu'à ce que le point 1 D soit parvenu au point 1 F de l'arc A C.

Ainsi pour décrire cette courbe sur le papier l'on supose la ligne o B 1 F aussi longue que la ligne o B 1 D, chacune contenant les 12 divisions, l'on commence par tracer des arcs de cercle paralleles à l'arc A C en commençant de la division 12 jusqu'en *a*, & puis 11 *b*, 10 *c*, 9 *d* & *a*, ensuite on tire des rayons du centre

de la Rouë entre o B & 1 F, de 12 à 1 sur l'arc 12 *a*, & puis 11 2 sur l'arc 11 *b*, ainsi de suite de toutes les divisions ; ce qui étant fait on prend avec le Compas sur chaque arc où le diamettre B D le coupe, & prend la distance ou longueur de ce même arc jusqu'au point de la division qui y répond sur la circonference du Pignon, & l'on transporte cette même distance sur les mêmes arcs où les rayons les touchent, comme, par exemple, la distance *n* 9 est transportée depuis le rayon 4 jusqu'à *m*, ainsi de tous les autres ; ces points ainsi transportés donneront la courbe *o m r* E qui est le chemin que feroit le point *o* s'il se mouvoit avec B D en roulant sur A C.

L'on supose à présent que A C & B D se meuvent chacun sur leurs centres, que les deux circonferences soient près l'une de l'autre, & que la courbe *o m r* E soit attachée sur A C, & touche le point *o* fixé sur B D, il est clair qu'en faisant tourner A C, sa courbe fera mouvoir & tourner B D avec une force & une vîtesse égale jusqu'à ce que B D ayant fait un demi tour pour se rencontrer avec D en F, par conséquent cette courbe doit être la bâse de la forme de la denture.

Il est à remarquer que cette courbe n'est employée qu'en partie suivant que le Pignon est de haut nombre ; car si c'étoit un Pignon de 24 ce ne seroit que depuis *o* jusqu'à l'endroit où l'arc 12 *a* coupe la courbe. Pour un Pignon de 12 ce sera depuis *o* jusqu'à l'ac 11 *b* ; pour un Pignon de 8, depuis *o* jusqu'à 10 *c*, &c. & pour un Pignon de 6, depuis *o* jusqu'à l'arc 9 *d* au point *m*, &c. Cela étant ainsi posé, l'on peut employer des Pignons de toutes sortes de figures, parce que la denture aura une forme composée de la figure de l'aîle du Pignon & de cette courbe. Il s'agit seulement de voir laquelle sera la plus convenable pour faire un engrenage constant.

Il faut premierement regarder les aîles d'un Pignon sans aucune étenduë, c'est-à-dire, qu'il faut imaginer que les aîles ne soient que des points insensibles posés sur la circonference vraye du Pignon de la même maniere que l'on a suposé le point *o* du Pignon précédent B D, alors la forme de la denture sera une partie de la courbe qui sera un Epicycloïde.

En second lieu, on peut se figurer un Pignon dont les aîles sont composées de points depuis la circonference jusqu'au centre, & feront des lignes droites, alors la dent perdra la figure d'Epicycloïde, & la courbe deviendra composée, comme on le verra dans la *Figure* suivante. *Fig.*

Fig. 2. *Planche* 48. La portion de l'Epicycloïde *o m r* étant posée sur l'arc A C, l'on prend la distance d'une dent de la Rouë qui est la 24e partie de la circonference de cette distance, l'on tire les rayons *o c* & *a b* jusqu'au centre du Pignon qui est l'arc *c b*, ensuite on prend avec le Compas la distance *c o* qui est le demi diamettre du Pignon ou la longueur de l'aîle. Avec cette ouverture on pose une jambe au point *b* pour faire avec l'autre jambe la petite marque *m* sur l'Epicycloïde, de même dans d'autre point à volonté comme *g e f d* jusqu'au dernier *c o*, de tous ces points l'on tire des lignes jusqu'aux petites marques qui coupe la portion d'Epicycloïde. Ces lignes droites representent autant de situation differente de l'aîle du Pignon depuis le commencement de son engrenage jusqu'à la fin d'une dent à l'autre. La figure de la dent ne peut donc plus être une Epicycloïde, parce qu'elle meneroit le Pignon avec trop de vîtesse à la fin de chaque engrenage, mais ce sera une courbe suivant la figure interieure *o h i* qui est composée de toutes ces lignes droites & de l'Epicycloïde, & la difference de l'une & de l'autre est *k l*.

Il faut remarquer dans cette sorte d'engrenage que le Pignon conserve son diamettre vrai, & qu'il n'y a que la Rouë qui excede de la hauteur de la courbe ou dent *a c*. Cet excedant sera plus ou moins suivant que le Pignon sera haut ou bas de nombre, comme on le peut voir à la dent *t s* par les lignes ponctuées *q p*, *s n*.

Secondement, que l'engrenage commence lorsque le pied de la dent & l'aîle se trouve juste sur la ligne B qui est tirée des deux centres de mouvement de la Rouë & du Pignon, & que par rapport à cela quand même on voudroit donner quelque épaisseur à l'aîle, la denture ne le pourroit souffrir, parce que la pointe *l* qui est le dernier attouchement sur l'aîle empêche de l'autre côté l'entrée de cet épaisseur; ce qui n'a cependant lieu que pour les Pignons de 6; car quand un Pignon seroit de plus haut nombre, alors il employeroit un moindre espace sur la courbe de la dent, comme de *t* en *q* ou *s*, & il resteroit du vuide au pied de la denture comme les courbes ponctuées *q p* & *s n* le font voir.

A présent sans cependant vouloir établir une regle générale, quand même on auroit un avantage égal avec le Pignon de 6 comme avec les autres de plus haut nombre, un semblable engrenage seroit très-défectueux dans la pratique, parce que la courbe de la dent fait un trop grand angle avec l'aîle du Pignon au commencement de l'engrenage, & il seroit impossible de pou-

voir faire le tout avec assez d'exactitude & de justesse; car pour peu que la pointe d'une dent soit plus courbée ou émoussée par l'usé, la Rouë avanceroit trop à la fin de l'engrenage, & l'aîle s'opposeroit pour l'entrée à la rencontre d'une autre dent; ce qui causeroit un arrêt, ou du moins empêcheroit la liberté nécessaire à un semblable mouvement.

Nous allons présentement parler du Pignon à *Lanterne* que l'on peut regarder comme le plus ancien qui ait été en usage dans toutes sortes de Machines.

Fig. 3. *Planche* 48. Ayant posé l'Epicycloïde *o r* sur l'arc A C, on décrit des cercles égaux à la grosseur des Fuseaux du Pignon dont les points de l'Epicycloïde seront les centres, ensuite on menera une ligne *a b c* qui touchera tous ces cercles vers la concavité de l'Epicycloïde; cette ligne sera la courbe de la denture.

On peut prendre la grosseur de ces Fuseaux à volonté, il faut seulement faire ensorte que la denture devienne à peu-près autant pleine que vuide; car la pointe de la dent *d* ne sert à rien, puisque la dent *e* commence son engrenage, on peut vuider la denture davantage, & approcher de la ligne ponctuée *f g*.

Dans cet engrenage le commencement de l'attouchement de la dent avec l'aîle doit se faire dans le tems que le centre de l'aîle se trouve juste sur la ligne B tirée des deux centres de la Rouë & du Pignon.

A bien considerer, cet engrenage ne paroît pas défectueux quoique l'on puisse dire des Pignons à Lanterne ou ceux que l'on fait en rose, dont les côtés de l'aîle sont suivant la direction de la ligne *k*. Le plus grand inconvénient est que la dent passe sur une petite partie circulaire du Fuseau du point *h* au point *i*; ce que l'on évite en partie dans les Pignons eflanqués par la ligne *m*, ce qui fait que le frottement devient d'autant moindre, qu'une ligne droite de *h* en *i* est plus courte qu'une ligne circulaire: cette difference se réduit à bien peu de chose: Nous allons présentement passer aux Pignons eflanqués que l'on préfere aux autres.

Fig. 4. Les aîles des Pignons eflanqués sont composés du cercle & de la ligne droite que l'on fait ici partir du centre du Pignon, faisant une tangeante avec le même cercle. Il y a des Horlogers qui ne les dirigent pas tout-à-fait au centre, ce qui donne un Pignon moins vuide dans le fond & une denture plus courte; mais tout cela ne fait rien pourvû que les dents soient bien formées suivant les aîles.

Pour avoir la forme de cette denture, l'on pose comme ci-devant la portion d'Epicycloïde *o r* sur l'arc A C, après cela prenant avec le Compas la longueur de l'aîle depuis le centre du Pignon jusqu'à la circonference vraye & avec une jambe du Compas l'on marque des points *b g e c*, de même qu'on a dit que dans la *Figure* 2. de ces points. Avec l'ouverture du Compas l'on en marque d'autre sur l'Epicycloïde, & sur lesquels, comme centre, l'on trace des cercles comme dans la *Figure* 3. Suivant l'épaisseur de l'aîle & des cercles l'on tire des tengeantes jusqu'aux points *b g e f c*. Celle du cercle *o* répond à *c*, & celle de *a* répond à *b*, ainsi des autres; de sorte qu'une ligne qui toucheroit toutes ces tangeantes seroit la courbe de la dent qui n'est plus parallele à l'Epicycloïde, mais plus courbée vers *d*.

On voit par ces figures que plus le Pignon est maigre, & plus la denture devient forte; car sans cela le Pignon ne pourroit pas être menée de sa sixiéme partie sans que l'aîle ne fasse un accottement sur la dent où il doit entrer. Il s'agit presentement de sçavoir lequel de ces deux Pignons est le meilleur du plein ou du vuide.

On dira peut-être que le plein a beaucoup de frottement en rentrant, parce que la moitié de l'épaisseur de son aîle est trop éloignée de la ligne droite tirée des deux centres, & que par rapport à cela la dent parcourt une plus grande partie circulaire avant que de venir sur la ligne droite de l'aîle; ce qui ne se fait pas tant sur l'aîle vuide: aussi convient-on de cela; mais la courbe de la dent du Pignon vuide est plus longue, d'où il suit que le frottement est compensé, outre que dans le Pignon vuide la pointe de la dent agit plus que dans l'autre, par conséquent plus sujet à s'user. C'est pourquoi le Pignon à Lenterne doit être préferé surtout pour les gros ouvrages, parce que l'engrenage est plus constant pour ces deux raisons. 1°. Parce que la pointe de la dent agit moins que dans le Pignon plein eflanqué. 2°. La courbe de la dent est plus droite sans prendre garde à ce petit frottement qui se fait autour du Fuseau.

Dans la *Figure* 5. on a representé les differentes courbes de ces dentures contre une ligne *y x* qui partageroit la dent en deux moitiés. La ligne 1. 7. est l'Epicycloïde pour agir sur un Pignon dont les aîles ne feroient que des points. 2. 7. sera pour le Pignon à lignes, 3. 6. pour le Pignon maigre, 3. 5. pour le Pignon à Lanterne, & 4. 5. pour le Pignon plein eflanqué.

Dans tous ces différens engrenages les courbes des dents ne commencent que ſur la circonference vraye de la Rouë qui eſt toujours marquée par l'arc A C.

Ces derniers Pignons ont de l'excedent au-delà de leurs diamettres vrais comme le Pignon à Lanterne, & cela d'autant que la circonference vrai de la Rouë eſt éloignée de celle du Pignon à l'extrêmité de l'épaiſſeur de l'aîle, ainſi que l'on le voit dans l'aîle *h*, le reſte peut être ôté comme en *i* ou *k*, parce que ce reſte de la partie circulaire ne ſert à rien, puiſqu'il n'agit pas contre la dent.

Il faut remarquer que ſi on augmente le nombre des dents de la Rouë, & le nombre des aîles à proportion que la même portion d'Epicycloïde reſte toujours pour bâſe de la figure de la denture, & de même les diamettres vrais de la Rouë & du Pignon ; mais ſi l'on veut garder la grandeur & le nombre de 24 dents pour la Rouë & y faire engrener un Pignon de 8 ou de 12, alors le diamettre vrai du Pignon devient auſſi plus grand, par conſéquent ſon roulement ſur la circonference vrai de la Rouë décrira une autre Epicycloïde moins courbe que celle du Pignon de ſix. Voyez la *Figure* ſuivante.

Fig. 6. Planche 48. Quand la circonference d'un Pignon de 8 eſt poſée ſur l'arc A C, elle décrira en roulant deſſus l'Epicycloïde *o r*, & la courbe pour la dent ſe trouveroit *en a* de la même maniere que l'on l'a expliqué ci-devant pour les Pignons de 6.

On voit par cette *Figure* que la dent *h* ne fait pas un ſi grand angle avec l'aîle *f* comme feroit un Pignon d'un plus bas nombre, parce que la dent *i* commence déja ſon action ſur l'aîle *g*, cela fait que ces dents n'employent pas toutes leurs longueurs de courbe, & que les pointes peuvent être abbatuës pour les avoir un peu rondeletes par les bouts, comme je l'ai marqué ſur les dents *e i h* ; ainſi plus un Pignon eſt de haut nombre, plus la denture devient courte & ronde ; mais le côté agiſſant, ſi petit qu'il ſoit, doit toujours être une partie de la courbe produite par l'Epicycloïde.

Sur la Denture d'une Rouë de Champ.

Les dents d'une Rouë de Champ ſont poſées ſur un plan droit ; c'eſt pourquoi il faut les conſiderer comme étant rangées l'une à côté de l'autre ſur une ligne droite, & la courbe que décrit un cercle en roulant ſur cette ligne s'appelle *Cycloide*.

Fig. 7. *Planche* 48. La maniere de tracer cette Cycloïde est la même que celle de l'Epicycloïde, la difference est seulement qu'il faut une ligne droite A C au lieu de l'arc de cercle ci-devant. La forme de la denture ne differe pas beaucoup de celle d'une Rouë plate ; cependant il y en a une, & la dent *a* ne fait pas un si grand angle en sortant de dessus le côté de l'aîle *b*.

Les courbes de la denture ne produisent point ici de circonference excedente sur la vraye comme aux autres Rouës, parce que les dents d'une Rouë de Champ sont posées à angles droits sur sa circonference vraye, & le Pignon n'en a pas tant non plus par rapport à la ligne droite A C.

Sur les Pignons qui menent.

Dans le mouvement d'un Pignon qui doit mener une Rouë, il convient que ce soit l'aîle du Pignon qui aye la figure courbe, & pour cela faire c'est la Rouë qui devient cercle générateur pour l'Epicycloïde en roulant autour du Pignon ; au reste la maniere de la décrire est semblable à l'autre.

Planche 40. *Fig*. 8. Ayant donc posé le diametre vrai du Pignon B sur l'arc A C, on y tracera l'Epicycloïde *o r* sur laquelle on décrira les petits cercles avec les lignes comme ci-devant, mais ici suivant l'épaisseur des dents de la Rouë ; ce qui étant fait on aura la courbe *a* pour la forme de l'aîle du Pignon.

La courbe qui mene & qui forme l'engrenage augmente d'autant plus le diametre vrai, c'est pourquoi un Pignon qui mene est toujours plus gros qu'un Pignon qui est mené.

Ces sortes de Pignons ne sont pas toujours nécessaires sur tout dans des mouvemens lents pour des cadratures. C'est pourquoi les anciens Horlogers qui ont employés des Pignons à Lanterne ne sont point à blâmer. La commodité de ces Pignons à Lanternes abrege même quelque fois de l'ouvrage, parce que l'on en peut faire de nombre aussi bas que l'on veut jusqu'à 1, ayant le Fuseau limé au bout d'un Pivot de tige un peu gros suivant le Pignon.

Sur une Vis-sans-fin qui doit mener une Rouë.

Le filet d'une Vis-sans-fin peut être regardé comme une dent ou comme une aîle de Pignon, suivant qu'elle est employée pour mener ou pour être menée ; ainsi elle doit être formée suivant les

mêmes loix que les Pignons. On commencera par celle qui mene, dont voici la *Figure*.

Fig. 9. Planche 40. Sur la ligne B D parallele à l'axe de la Vis-sans-fin on fait rouler l'arc A C pour décrire une Cycloïde, laquelle servira avec la figure de la dent de la Rouë à décrire ou former la courbe que doit avoir le filet de la Vis du côté où il agit.

Comme la Rouë est grande & que la dent ne fait pas un grand angle avec ce côté, il arrive que cette courbe n'est pas bien considerable; mais il le seroit si la Rouë n'étoit que de 6 ou 8 dents comme un Pignon; alors elle deviendroit comme la denture d'une Rouë de Champ qui engreneroit dans un Pignon de 6 ou de 8 pour le mener; car au reste c'est la même chose, puisque la Vis ne fait point d'autre action que feroit une Cramaillere, qui étant poussée de B en D ou de D en B feroit mouvoir la Rouë A C; c'est pourquoi la figure de ces dents posées sur B D peuvent aussi servir pour une Rouë de Champ qui meneroit un Pignon semblable à la Rouë A C. Ces dents posées sur la ligne B D n'ont pas besoin d'engrener si profondement dans les dents de la Rouë, parce qu'elles n'employent pas une grande longueur de courbe, comme on l'a déja remarqué en parlant de l'engrenage des Pignons de haut nombre; ainsi on peut les racourcir jusqu'à la ligne ponctuée *a*, ou même davantage.

Sur les Vis qui sont menées.

C'est tout le contraire pour les Vis-sans-fin qui sont menées par une Rouë; car les courbes se devant trouver sur les dents de la Rouë, la ligne B D doit se développer ou rouler sur l'arc A C qui sera la bâse pour décrire une Epicycloïde, de laquelle on formera la courbe de la dent suivant la forme que l'on donne au filet de la Vis qui peut être comme une aîle de Pignon.

Si cette Rouë est très-petite, par exemple, de 6 ou de 8, les dents seront comme les aîles d'un Pignon qui serviroit à mener & à faire mouvoir une Rouë de Champ.

De l'usage des Vis-sans-fin.

Les Vis-sans-fin ne sont pas en général si propres à employer que des Pignons; cependant il y a des cas où elles le sont, & où

elles abregent beaucoup d'ouvrage, ſur-tout dans les Machines pour élever ou pour attirer de grands fardeaux ; c'eſt préciſément dans ces ſortes de Machines où il faut que les filets, ou pas de Vis, ſoient bien formées pour réſiſter aux efforts qu'elles rencontrent & pour être menée avec plus de douceur.

Dans l'Horlogerie leurs meilleurs uſages eſt de mener des Rouës d'un mouvement lent pour des cadratures ou ſpheres mouvantes. Dans des tournebroches pour les volans, parce qu'ils ne font pas tant de bruit que des Pignons, de même pour les tableaux mouvans ; rouages de carillons, &c. Pour produire ces ſortes d'effets il eſt néceſſaire que les pas des Vis ſoient beaucoup inclinés, ſans cela elles ne marcheroient qu'avec peine par rapport que le frottement réſiſteroit d'autant plus que l'inclinaiſon en ſeroit moindre. C'eſt pourquoi on les fait ordinairement à deux filets en donnant auſſi le double du nombre des dents à la Rouë ; ce qui ne ſeroit pourtant pas néceſſaire ſi on formoit bien la denture par une Vis ſimple.

Sur la groſſeur des Pignons.

Voici pluſieurs manieres de trouver la groſſeur de ſon Pignon par rapport à la Rouë.

PREMIERE MANIERE.

Fig. 10. *Planche* 40. L'on prend avec un Compas le diametre vrai de la Rouë que l'on poſe trois fois ſur une ligne droite de *a* en *b*, de *b* en *c* & de *c* en *d*, enſuite l'on diviſe une de ces trois parties en 7, & l'on poſe ce ſeptiéme de *d* en *e* pour allonger cette ligne ; ainſi *a e* ſera égale à la circonference de la Rouë, car le diametre eſt à la circonference à très-peu près comme 7 eſt à 22.

Enſuite on diviſe cette ligne *a e* en autant de parties égales que le Pignon doit faire de tour pendant une révolution de la Rouë. L'on ſupoſe 6 tours & *a f* la ſixiéme partie de *a e* que l'on ſous-diviſe en 22 autres parties, dont on en prend 7 qui ſera le diametre vrai du Pignon exprimé par *a g*.

SECONDE MANIERE.

Fig. 11. *Planche* 40. L'on diviſe la circonference vraye de la

Rouë en autant de parties que le Pignon doit faire de tours dans un tour de la Rouë ; ainsi la sixiéme partie donne l'arc *a b* qu'il faut réduire en ligne droite. En cette sorte, on prend avec un Compas les deux cordes *a c* & *c b* de l'arc que l'on pose sur une ligne droite de *d* en *e* & de *e* en *f*, ensuite l'on prend la corde entiere *a b* que l'on pose sur cette ligne de *d* en *g*, après quoi l'on divise la distance *f g* en trois parties, & on ajoute une de ces parties de *g* en *h*, la ligne *d h* sera à peu-près égale à l'arc *a b*, on divise cette ligne en 22 parties égales, 7 de ces mêmes parties donneront le diametre du Pignon.

TROISIE'ME MANIERE.

Il faut diviser le diametre vrai de la Rouë en autant de parties égales que le Pignon doit faire de tours, une de ces parties sera à peu-près le diametre vrai du Pignon. La pratique enseignera de combien il le faut laisser plus gros pour son diametre apparant.

QUATRIE'ME MANIERE.

Il se trouve quelque fois des nombres qui ne font pas faire au Pignon des tours entiers dans une révolution de la Rouë. C'est pour cela que ces divisions du diametre de la Rouë deviendroient embarassantes quand il faudroit y faire entrer les fractions qui restent.

Fig. 12. *Planche* 40. Ayant donc une Rouë d'un nombre quelconque pour laquelle on veut sçavoir le diametre vrai d'un Pignon aussi à volonté, mais que l'on supose de 7 aîles, l'on trace sur cette Rouë fenduë, arrondie ou non, un cercle comme si c'étoit son diametre vrai, & sur le milieu d'une dent l'on marque un point *o*, de-là on compte autant de dent que le Pignon doit avoir d'aîles, c'est-à-dire, 7 dents depuis *o* jusqu'en 7, l'on divise cet arc en trois parties égales de *o* en *a*, de *a* en *b* & de *b* en 7 ; une de ces parties sera fort approchante le diametre vrai du Pignon que l'on laisse un peu plus gros, parce que l'on peut toujours le diminuer à mesure que l'on le finit, & que l'on l'éprouve avec les dents de la Rouë. Si on veut diviser l'arc o 7 en six parties, on approchera de plus près, & une de ces six parties sera le demi diametre du Pignon.

Ces deux dernieres manieres sont les plus utiles pour un Horloger s'il

s'il n'a pas d'Outils ou de Machines exprès & plus justes pour ces sortes d'operations. L'on pourroit en imaginer un, mais ce seroit du tems perdu, sur-tout pour les ouvrages en petit ; en tout autres cas mêmes il faudroit, pour qu'un tel Outil fut Universel, que tous Horlogers eussent la main également sûre pour former leurs dentures sur un même sistême ; ce qui ne sera jamais.

CINQUIE'ME MANIERE.

C'est par le moyen du Compas de proportion qu'on opere dans cette méthode ; on se sert de la ligne des parties égales. Voici la figure d'un Compas de proportion qui donne en même tems l'ouverture de l'angle que doit avoir une Lime à eflanquer un Pignon de tel ou de tel nombre.

Fig. 13. *Planche* 40. On ne s'amusera point ici à décrire le Compas de proportion ; c'est l'Instrument de Mathematique le plus connu, on dira seulement que celui-ci differe des autres en ce que au lieu d'une Charniere pour l'ouverture des deux Lames de cuivre dont il est composé, on les joint ici par une Coulisse afin d'avoir une ouverture jusqu'au centre ; ce qui sert à l'usage que l'on en fait pour les Limes à Pignons.

Comme il ne s'agit ici que des lignes des parties égales, on ne s'est arrêté qu'à marquer celle-là sans s'embarrasser des autres lignes qui sont sur le Compas de proportion ordinaire.

La longueur & le nombre des parties de division sont arbitraires, pourvû qu'elles soient divisées en parties bien égales & avec toute la précision possible. Ce Compas ainsi construit on s'en sert de la maniere suivante. Par exemple, on a une Rouë de 120 dents d'une certaine grandeur, l'on prend avec un Compas ordinaire à peu-près le diametre vrai de cette Rouë, & l'on ouvre le Compas de proportion jusqu'à ce que chaque jambe du Compas ordinaire se trouve dans les deux points de 120, cet Instrument en cette ouverture montre en même tems les diametres de tout autre nombre pour convenir avec la Rouë de 120 ; car la ligne *a* de 10 en 10 seroit le diametre vrai d'un Pignon de 10; & la ligne *b* seroit le diametre d'un Pignon de 15, ainsi de suite pour tout autre nombre.

Il en est de même pour prendre la grosseur du Pignon pour la Rouë, on peut prendre aussi le diametre de la Rouë pour convenir avec un diametre donné du Pignon en prenant avec le

Compas ordinaire le diametre du Pignon, & en ouvrant le Compas de proportion, &c. jusqu'à ce que les deux jambes se trouvent de côté & d'autre dans ces points de division du nombre des aîles que le Pignon doit avoir, alors tous les autres nombres ont les distances entre eux pour les diametres des Rouës de differens nombres.

Si deux points sont donnés pour la distance des trous dans lesquels les Pivots doivent rouler pour une Rouë & un Pignon, on peut également sçavoir par le Compas de proportion les diametres de l'un & de l'autre. Par exemple, dans ces deux points donnés, on veut avoir une Rouë de 120 avec un Pignon de 21, l'on compte les 120 & 21 ensemble qui font 141, & avec le Compas ordinaire l'on prend la distance des deux points pour ouvrir le Compas de proportion jusqu'à ce que les deux jambes du Compas commun se trouvent dans les points de division de 141 de côté & d'autre, alors laissant le Compas de proportion dans cette ouverture l'on prend avec l'autre Compas la distance de 120 pour le diametre de la Rouë & celle de 21 pour le Pignon, ainsi de tous les autres.

Pour les Limes à Pignons.

Le Compas de proportion est garni d'une portion de cercle divisé en degrés jusqu'à 60 qui font la sixiéme partie du cercle entier, on peut marquer à côté de ces divisions les angles d'une 6e, 7e & 8e, &c. suivant les nombres des Pignons, alors on est le maître de fermer le Compas comme on le juge à propos suivant les degrés d'épaisseur que l'on veut donner à l'aîle. Par exemple, l'on trouve que l'aîle d'un Pignon de 6 seroit trop foible à 7 degrés, & que l'on veut lui en donner 12, l'on met la jambe *h* sur 60 degrés qui fait justement l'angle d'un Pignon de 6, & on raproche la jambe *h* de 12, les 48 restant donneront l'angle de la Lime qui doit former le Pignon, de façon que l'aîle conservera 12 degrés de force, mais il faut que cette Lime remplisse exactement l'angle des deux jambes sans baloter, & plus on veut faire le Pignon petit, plus la Lime doit avancer contre le centre du Compas.

On mettra les divisions des angles sur les degrés suivans.

Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.	Pignon.	Degré.
6	60	7	$51\frac{3}{7}$	8	45	9	40
10	36	11	$32\frac{8}{11}$	12	30	13	$27\frac{9}{13}$
14	$25\frac{5}{7}$	15	24	16	$22\frac{1}{2}$	17	$21\frac{3}{17}$
18	20	19	$18\frac{18}{19}$	20	18	—	—

J'ai rédigé cette théorie sur les Lettres du S[r] Enderlin & sur celles de M[r] son Pere, avec lequel il correspondoit.

DEMONSTRATIONS

De l'Echapement à Roüe de Rencontre,

Par Monsieur SULLY.

PLANCHE XLIX.

ON appelle Echapement dans le mouvement d'une Montre l'action des dents de la Roüe de Rencontre sur les Palettes du Balancier.

Dans tout l'ouvrage de la Montre de même que de la Pendule, il n'y a rien qui demande tant de jugement dans la théorie, ni tant de délicatesse dans l'exécution que la partie dont on va faire ici l'examen. La diversité des méthodes que suivent même les plus excellens Horlogers dans cette partie de leurs ouvrages, semblent indiquer qu'il n'y a point encore de théorie immuable établie là-dessus, comme il seroitpourtant à souhaiter qu'il y en eût.

Tout l'artifice de cette operation consiste principalement en trois choses qui doivent avoir de justes proportions entre elles ; sçavoir, le degré de la profondeur de l'engrenage de la Roüe de Rencontre, la figure de sa denture, & les degrés d'ouverture des Palettes ; on examinera premierement qu'elles sont ces proportions, & l'on tâchera ensuite de réduire les regles générales que l'on aura établies à la pratique particuliere.

PREMIERE PARTIE.

Sur le degré de la profondeur de l'engrenage de la Rouë de Rencontre sur les Palettes.

Par tout où il y a des extrêmes, il y a un juste milieu, qu'on ne peut souvent bien connoître qu'en examinant les inconvéniens des extrêmes de côté & d'autre; on suivra cette méthode pour découvrir les proportions que l'on cherche.

Dans l'engrenage de la Rouë de Rencontre sur les Palettes, il peut y avoir trop ou trop peu de profondeur.

Où l'engrenage est trop profond, les Palettes deviennent trop étroites, le branle des vibrations trop grands, & par conséquent les tems des vibrations trop sujets aux changemens par les moindres accidens, le Balancier trop sujet aux battemens par les moindres secousses & la force de l'action de la Rouë de Rencontre, plus changeante sur les Palettes dans ces différentes situations de la Montre, le jeu des Pivots du Balancier dans leurs trous ayant un plus grand rapport au petit Levier d'une Palette étroite qu'à celui d'une plus grande.

Lorsque l'engrenage n'est pas assez profond sur les Palettes, le triangle des vibrations est trop petit pour donner de la sensibilité au Ressort Spiral. La Rouë de Rencontre agissant sur un plus grand bras de Levier d'une Palette trop large demande un Balancier plus pesant pour faire équilibre à son Ressort, & cette plus grande pesanteur du Balancier est accompagnée de deux inconvéniens; sçavoir, de plus grands frottemens sur les Pivots, & plus de risque à être cassés par des secousses ausquelles les Montres sont sujettes.

Sur la figure de la denture de la Rouë de Rencontre.

La direction de la ligne que forme les faces de la denture de la Rouë de Rencontre est la partie la plus importante de sa figure. Cette ligne forme ordinairement un angle avec l'axe de la Rouë, & c'est ce qu'elle doit faire : mais comme cet angle n'est pas déterminé, on le fait quelquefois trop grand & quelquefois trop petit. L'angle trop grand rend les dents trop foibles, & il n'y a nul avantage. L'angle trop petit laisse à la verité plus de force

aux dents, mais n'eſt pas moins pour cela une des plus grandes fautes qu'on puiſſe commettre dans l'Echapement. En voici l'inconvénient.

Suppoſant que les Palettes forment entre elles un angle droit, que la face de la dent ne forme avec l'axe de ſa Rouë qu'un angle de dix degrés d'un grand cercle que l'on ſupoſe diviſé à l'ordinaire en 360 degrés, & que le branle des vibrations ne ſoit que d'un tiers du cercle ou de 120 degrés, ce qui eſt le moindre qu'on peut ſupoſer; il arrivera même dans ce cas que vers la fin de chaque vibration, les bords des Palettes porteront contre les faces des dents, qui venant par ce moyen à agir ſubitement ſur un bras de Levier deux à trois fois plus grand que celui ſur lequel les pointes des dents agiſſoient l'inſtant auparavant, rendent ainſi en même raiſon le Balancier plus ſuſceptible des inégalités des premieres puiſſances.

Et lorſque l'angle de vibration devient, en le diminuant, à peu-près égal à la ſomme des angles des deux dents, oppoſée de la Rouë de Rencontre & celui des Palettes, c'eſt-à-dire, à 110 degrés, ou ce qui eſt la même choſe lorſqu'à la fin de chaque vibration ces faces des Palettes deviennent paralleles aux faces des dents, les changemens un peu ſenſibles ou de chaleur ou de froid, du repos ou du mouvement dans la Montre feront que les bords des Palettes porteront tantôt contre les faces des dents de la Rouë de Rencontre, & tantôt n'y porteront pas; ce qui doit rendre le mouvement de la Montre ou irrégulier, ou incertain.

Sur les degrés de l'ouverture des Palettes.

Les faces des Palettes ſont deux plans qu'on ſuppoſe comme naiſſante de l'axe de la Verge du Balancier, & qui forment ordinairement entre elles un angle droit, dont l'ouverture eſt alors de 90 degrés. Ce degré d'ouverture eſt celui qui ſemble ſe préſenter le plus naturellement à l'eſprit, & on en approche toujours plus ou moins.

En ſuppoſant donc la profondeur de l'engrenage toujours la même, lorſque l'angle des Palettes eſt plus petit que l'angle droit, les Palettes ſeront plus étroites, l'angle de vibration plus grand, & le Balancier plus ſujet aux battemens & aux renverſemens. Lorſque l'angle eſt plus grand que le droit, les Palettes ſeront plus large, l'angle de vibration plus petit, & le Balancier moins ſujet

aux battemens ou aux renversemens. Mais lorsque l'ouverture des Palettes va à 100 degrés ou plus, les vibrations deviennent trop petites d'abord,& tombent encore subitement dans une espece de langueur dès que le Balancier a commencé à perdre la premiere vivacité de son mouvement.

Sur la longueur des Palettes.

Le degré de la longueur des Palettes devient une suite nécessaire des autres conditions de l'Echapement, comme le diamettre de la Rouë, le nombre de sa denture, le degré de profondeur de l'engrenage de la Rouë sur les Palettes, & l'angle de leurs ouvertures dont on viendra ci-après au détail. On peut seulement observer ici que la longueur des deux Palettes doit être toujours par-tout le même, mesuré de l'axe de la verge, & que par conséquent les bords exterieurs des deux Palettes doivent former par leurs révolutions autour de l'axe deux espaces cylindriques parfaitement semblables.

Il est aisé à conclure des observations que l'on vient de faire, qu'il y a certaines proportions déterminées à toutes les parties qui entrent dans l'Echapement.

On proposera celles qui paroissent les plus près du vrai, & dans l'explication qu'on en fera on expliquera les raisons qui ont déterminées à les choisir préférablement à d'autres.

Commençons par la Rouë de Rencontre qui est la bâse de cet ouvrage, & donnons aux faces de sa denture une inclinaison à l'axe de la Rouë de 25 à 27 degrés quelque nombre de dents qu'elle puisse avoir.

Il faut considerer dans la Rouë de Rencontre trois cercles. Premierement, celui qui termine l'exterieur de son épaisseur. Secondement, celui qui termine l'interieur. Et le troisiéme, qui passe vers le milieu de son épaisseur qui est la vraye circonference de la Rouë. Suposons donc maintenant un pouce divisé en 4320 parties, & une ligne en 360, par un Instrument propre à faire très-exactement cette operation, prenons le vrai diamettre de la Rouë; qu'il soit, par exemple, de 4 lignes ou de 1440 de ces parties ou divisions que nous appelleront *minutes* en suppsant la circonference au diamettre comme 22 à 7, multiplions 1440 par 22, nous auront 4525 minutes pour la circonference de la Rouë. Que le nombre de ses dents soit 15 on aura 302 minutes

(en négligeant les fractions) pour la grandeur de chaque dent d'une face à l'autre, prenons à présent environ le cinquiéme de cette quantité pour la longueur du plus petit bras de Levier des Palettes, ou ce qui est la même chose, pour la distance des pointes des dents de la Rouë depuis l'axe de la verge, cette quantité sera de 60 minutes.

Venons présentement aux Palettes dont l'angle d'ouverture sera toujours de 95 degrés qu'on approchera autant qu'il est possible, mais plûtôt en l'excedant de 2 ou 3 degrés qu'autrement.

Prenons au hazard la longueur des Palettes de 180 minutes, ce qui suppose que l'engrenage de la Rouë est de $\frac{2}{3}$ de la longueur de la Palette, ou, ce qui est la même chose, que le plus grand bras de Levier est au plus petit, comme 3 est à 1.

Avec ces conditions on auroit un Echapement qui non-seulement ne seroit point sujet aux inconvéniens dont on a fait ci-dessus le dénombrement, mais qui auroit au contraire toute la perfection qu'on y puisse souhaiter; ce que l'on tâchera de démontrer.

1°. L'engrenage des dents de la Rouë de Rencontre sur les Palettes posées à la distance de l'axe de la verge d'un cinquiéme de l'ouverture des dents, se trouvera un juste milieu pour éviter les inconvéniens des Palettes étroites, les trop grands arcs de vibrations & les accidens qui s'ensuivent d'un côté, & les trop petits arcs de vibration, & les accidens qui s'ensuivent de l'autre côté. On peut donc établir cette proportion en regle pour tous les Echapemens de Rouës de Rencontre possibles, quelques nombres de dents qu'elles puissent avoir.

2°. L'inclinaison de 25. degrés que l'on donne aux faces des dents, où l'angle de 25 degrés qu'elle forment avec l'axe de la Rouë est tout ce qu'on peut choisir de plus juste entre le trop & le trop peu; car si d'un côté cet angle laisse une force suffisante à la denture, comme il le fait effectivement en donnant aux dos des dents la courbure convenable; de l'autre côté il est certain que l'inclinaison des faces ne sçauroit former un angle trop grand pour que les bords des Palettes ne heurtent contre dans les vibrations communes du Balancier.

3°. L'ouverture des Palettes formant un angle de 95 à 98 degrés n'est pas moins la plus juste proportion qu'on y puisse donner. Car premierement l'excedent de l'angle droit est autant de

ſuplée à l'inclinaiſon de la denture. La vibration libre du Balancier ne conſiſte que de l'angle de l'ouverture des Palettes jointes à la ſomme des deux angles de deux dents oppoſées qui agiſſent ſucceſſivement ſur les deux Palettes. Au reſte on évite également par-là les trop grands arcs de vibration, les renverſemens & les battemens qui ſont des ſuites d'un trop petit angle d'ouverture & les trop petits arcs de vibrations ſont les autres ſuites d'un angle d'ouverture trop grande.

4°. Pour ce qui eſt de la longueur des Palettes, comme il s'enſuit par les regles prépoſées, on a l'agrément de l'avoir déterminé tout d'un coup, ſçavoir, que leurs bords doivent former par leurs révolutions autour de l'axe de la verge, un cylindre dont le diamettre a toujours un rapport conſtant à l'ouverture des dents de la Roue de Rencontre, comme l'ouverture des dents en a toujours un au diamettre de la Roue.

L'explication des figures ſuivantes mettront tout ce que l'on vient de dire dans un plus beau jour.

SECONDE PARTIE.

Fig. 1. *Planche* 49. Soit décrit le cercle L V M C L diviſé en 360 ſoient tirées les lignes L M & C V ſe coupant à angle droit en A, & que le rayon A C ſoit pris pour la diſtance des dents de la Roue de Rencontre, & diviſé en 300 minutes. L M prolongé en N eſt l'axe de la Roue de Rencontre qui paſſe par A le centre de vibration. A *x p* eſt la Palette ſuperieure répondante à 85 degrés, A *y q* la Palette inferieure répondante à 180 degrés qui forment entre elles un angle de 95 degrés. La longueur des lignes A *p*, A *q* qui font les longueurs des Palettes, eſt de 180 minutes priſes ſur le rayon A C. La ligne R P eſt parallele à C V & coupe à angle droit le rayon A M en *e* à la diſtance de 60 minutes de A priſes ſur le rayon A C que l'on appelle ici la *ligne de rencontre*.

F B G D eſt une portion circulaire de la Roue de Rencontre qui porte les deux dents *a* 1 & *a* 2, & qui couvrent une portion de la même Roue d'une pareille étendue portant ces deux dents *b* 1, *b* 2.

Ces portions circulaires de la Roue de Rencontre peuvent être conſiderées ici comme des plans qui ſe meuvent en ſens contraire. Le plan ſuperieur portant les dents *a* 1, *a* 2, ſe mouvant de R en

en P en même tems & avec la même vîtesse que le plan inferieur portant les dents *b* 1, *b* 2 se meut de P en R.

Les dents superieures *a* 1, *a* 2 agissent successivement sur la Palette superieure *x* & les dents inferieures *b* 1, *b* 2 sur la Palette *y*.

Le rayon H A prolongé en E forme l'angle E A M de 25 degrés qui est l'angle que les faces des dents doivent former avec l'axe de la Rouë R.

f 1, *f* 2 sur la ligne R P sont égales au rayon C A de 300 minutes, dont 150 sont prises du point *e* en *f* 1, & 150 de *e* en *f* 2.

On a déja dit que le rayon C A est égal à l'ouverture des dents *a* 1, *a* 2, & *b* 1, *b* 2, & que les premiers se meuvent de R en P en même tems & avec la même vîtesse que les derniers se meuvent de P en R, il s'ensuit de-là que lorsque *a* 1 qui est en *m* sera en *l*, & *a* 2 qui est en *n* sera en *e* dans la direction R P. *b* 1 qui est en *d* sera en *f* 1 & *b* 2 qui est en *o* sera en *f* 2 dans la direction P R, les espaces à parcourir *m l*, *n e*, *d f* 1, *o f* 2 étant égaux.

PREMIERE OBSERVATION.

Les dents de la Rouë R étant toujours de nombres impaires pour qu'elles agissent alternativement sur les Palettes, il arrive nécessairement, 1°. Qu'en regardant la Rouë de maniere que les pointes des dents décrivant la ligne R P ou P R lorsqu'une dent quelconque du côté de la Rouë, le plus près de l'œil, que l'on nomme côté superieur, se trouve en *e*, il se trouvera en même tems deux dents du côté de la Rouë le plus éloigné de l'œil, que l'on appelle côté inferieur, en *f* 1 & en *f* 2, & ainsi de son contraire; car tout ce qui arrive aux dents d'un côté arrive aussi alternativement à la direction près, à celle de l'autre. (Voyez *Fig.* 7.) 2°. Lorsqu'une dent du côté superieur qui a été en *e* s'en éloigne vers *f* 2 suivant la direction R P, les deux dents correspondantes du côté inferieur s'éloignent également de *f* 1 & de *f* 2 suivant la direction P R, comme aux *Figures* 3, 4 & 5.

Sur ce principe bien entendu on conservera aisément toutes les situations possibles des dents d'un côté par rapport à celles de l'autre.

SECONDE OBSERVATION.

Il ne peut y avoir qu'une dent qui agisse en même tems comme *a*

ſur *x*, ou *b* ſur *y*. Voyez les *Figures* 2. 3. 4. 5. 6. 7.

La dent agiſſante peut être conſiderée en quatre ſituations differentes ſçavoir, *rencontrante*, *reculante*, *avançante* & *fuyante*.

On l'appelle *rencontrante* à l'inſtant qu'elle tombe ſur la Palette qui vient à ſa rencontre, comme dans la *Fig.* 4. la dent *b* qui eſt en *h* eſt ſur le point de faire ſur la Palette *y* en *i*.

On l'appelle *reculante* pendant que la Palette qu'elle vient de rencontrer la repouſſe juſqu'au terme de ſa vibration comme dans la *Fig.* 7. L'on ſuppoſe que la dent *b* 2 vient de rencontrer la Palette *y* en *c* qu'elle la repouſſe vers P en *d*, terme de ſa vibration ordinaire, on même en *f* 2, extrêmité de ſa vibration juſqu'au battement.

On nomme la même dent *avançante* lorſque ceſſant de reculer elle repouſſe la Palette à ſon tour ſuivant la direction P R juſqu'au rayon A M parallele à ſon axe, & l'on appelle *fuyante* depuis *e* en A M juſqu'à ce qu'elle quitte entierement la Palette *y* en *o*.

Sur la figure de la denture de la Roüe de Rencontre.

Planche 49. L'inclinaiſon des faces des dents de la Roüe de Rencontre avec ſon axe deja poſé à 25 degrés pour le moins, voyons ce qui reſte encore à remarquer ſur la figure de la denture.

1°. La face doit être arrondie dans ſon épaiſſeur comme elle eſt repreſentée *Fig.* 1 en *r e q i* qui eſt la coupe de la dent *a* 1 en *q r*, & encore plus vers la moitié inferieure de ſon épaiſſeur de *r* en *i* que vers la moitié exterieure de *r* en *e*; en voici la raiſon. C'eſt dans l'inſtant ſeul que la Palette eſt en A M, que la dent s'y applique dans ſon épaiſſeur ſuivant une ligne droite, ou un rayon de la Roüe; car pendant tout le reſte de ſon action elle porte plus ou moins vers l'un ou l'autre côté de ſon épaiſſeur, ſçavoir, de *r* en *c* du côté inferieur *i* pendant tout le tems qu'elle eſt comme *b* 2 *Fig.* 7 du côté P de l'axe A M ou depuis *f* 2 en *e*, & elle porte vers *r* en *d* du côté exterieur de ſon épaiſſeur pendant tout le tems qu'elle eſt à parcourir de *e* en *o* du côté R de l'axe A M. Il y a donc plus de raiſon que la face ſoit plus arrondie de *r* en *e* que de *r* en *d*, parce que la Palette ne touche jamais la face de la dent proprement dite que du côté inferieur de ſon épaiſſeur; ce qui n'arrive que dans l'eſpace de reculement extraordinaire de *d* en *f* 2 que l'extrêmité *z* de la Palette *y* porte en

glissant depuis *l* en *m*; car dès que la dent est revenuë en *d*, c'est sa pointe qui agit, & toujours du côté interieur de son épaisseur en avançant de *d* en *e*; mais lorsque la dent est fuyante comme de *e* en *o*, elle porte sur la pointe, & de *r* en *d* de son épaisseur.

2°. C'est la pointe de la dent qui se présente à notre examen. Ordinairement on la laisse trop pointuë à peu-près suivant l'angle égu mixte *d g z* (*Fig.* 6.) ce qui l'assujettit à de grands inconvéniens, dont le premier est qu'elle se détruit en peu de tems, toute son action étant sur l'angle même. Le second, c'est qu'elle est trop sujette à être courbée ou dérangée par plusieurs accidens: & comme il y aura toujours quelques unes des dents plus foibles que les autres, celles-là s'usant plus vîte s'acourcissent, dont il suit nécessairement une inégalité dans la distance des dents & dans l'angle des vibrations, sans parler des mauvais effets que cette figure de dent produit sur les Palettes, pendant qu'il ne peut y avoir qu'un seul prétexte d'avoir les pointes des dents si éguës, qui est celui de conserver plus de largeur aux Palettes: mais on va montrer qu'on y pourvoit autant qu'il en est besoin en laissant beaucoup plus de force aux extrêmités des dents, & en leur donnant en même tems une figure beaucoup plus convenable à tous égards.

Voici donc comme cette figure est exprimée par *o t g z* de la dent *a z* (*Fig.* 6.) ou de *d g z* que l'on trouve trop éguës & renfoncée de la quantité *o t g d* dont la proportion *t g* peut être prise pour circulaire.

On voit d'abord les avantages qu'a cette dent du côté de la force par-dessus celle que l'on vient de critiquer, il ne reste qu'à faire voir l'utilité de la proportion courbe *t g*, & que la dent *o t g z* admet à la même profondeur d'engrenage une Palette de même longueur à un rien près que peut admettre la dent *d g z*.

1°. Dans la dent *d g z* toute son action ordinaire se trouve rassemblée au seul point *g* qui n'a pas assez de corps pour n'en point perdre une partie essentielle en peu de tems, dont on a fait voir ci-dessus l'inconvénient; au lieu que dans la dent *o t g z* l'action totale étant répanduë sur toute l'étenduë de l'arc *t g*, la figure de la dent ne peut jamais être sensiblement changé.

2°. La Palette même ne laisse pas d'être tant soit peu soulagée par cette figure de denture. Car pendant que la pointe *g* ne fait qu'un frottement continuel pendant toute son action, la pointe *t g* roule en même tems qu'il frotte; ce qui diminuë le frottement

total ſur la Palette de la quantité de l'étenduë de l'arc *t g*, il eſt vrai que c'eſt de peu de choſe.

3°. Pour ne pas entrer dans un long détail de ce que la Palette perdra de ſa longueur par la dent *o t g z*, on veut qu'elle perde une quantité égale à la demi diſtance de *d g*, *a o t*, c'eſt tout au plus ce qu'elle y peut perdre : mais il n'y a nulle conſéquence de cette perte, qui peut entrer en comparaiſon avec les avantages de la denture qui la cauſe & l'accompagne.

Pour achever ce qui regarde la figure de la denture, il y a encore quelque choſe à dire ſur la courbure concave des dos *g z m*. Comme l'utilité de cette courbure n'eſt que pour laiſſer paſſer la Palette ſans qu'elle s'acroche ſur le dos de la dent échapée, toute l'attention à avoir ſur cette partie, c'eſt de n'ôter de la ſubſtance de la dent que ce qu'il faut pour cet effet, principalement de *g* en *z* afin de laiſſer à cette partie de la dent toute la figure qu'elle peut avoir. Voyez *x* ſur *a* 1. *Fig.* 5. *x* ſur *a* 1. *Fig.* 3. & *y* en *z* ſur *b* 1. *Fig.* 2.

C'eſt une bonne proportion pour la longueur des dents exprimé par *e n* ſur le rayon A M *Fig.* 6. qu'elle ſoit des $\frac{2}{3}$ de l'ouverture *g g*.

Examinons préſentement ce qui reſte encore à remarquer ſur l'ordre naturel des vibrations & de ſes incidens.

Nous avons pris pour échelle ou meſure commune le rayon C A *Fig.* 1. qui eſt ſupoſé être diviſé ~~en trois~~ cent parties ou minutes.

Raſſemblons toutes les proportions données afin de les avoir préſentes à l'eſprit.

L'ouverture des dents	300 *minutes.*
Longueur des Palettes	180
Diſtance d'engrenage	60
Profondeur des dents	200
Angle de la dent avec l'axe	25 *degrés.*
Ouverture des Palettes	95

La Montre n'étant pas montée, les deux Palettes forment des angles égaux avec l'axe A M, chacun de 47 degrés 30 minutes chaque Palette coupant la ligne de rencontre R P par la moitié de ſa longueur, ou en 90 minutes, comme il ſe voit *Fig.* 2.

L'on ſupoſe que la dent *a* 1 qui eſt en ſituation d'agir la premiere, dès que la Montre ſera montée elle portera contre la Palette *x* en 90 minutes ſuivant la direction R P, & forcera la Palette par ce moyen à décrire l'arc *l m*. En même tems la Palette *y* décrira l'arc *z o*, mais en éloignant de plus en plus ſon extrêmité *z* du dos de la dent *b* 1 qui ſe meut en R avec un mouvement égal à *a* 1 en P, ce qui ſe voit mieux dans les *Figures* 3 & 4 qui donneront aſſez par la ſimple inſpection l'intelligence de ce qui ſe paſſe dans la premiere vibration juſqu'à ce que la dent *a* 1 ſoit prête à quitter la Palette *x* qui a déja décrit un arc de 23 degrés, comme on voit en comparant enſemble les *Figures* 2 & 4.

Qu'on laiſſe maintenant échaper *a* 1 de *x* pendant que *b* ira de *h* en *i* ſur *y*, *a* 1 ira d'une quantité égale vers P, laiſſant à *x* la liberté de s'écouler derriere la ligne *d z* pendant l'action alternative de *b* ſur *y*.

Il ſe paſſera les mêmes choſes dans cette ſeconde vibration comme dans la premiere. On y peut ſeulement remarquer de plus le chemin que tient la Palette *x* en s'écoulant derriere la dent échapée *a* 1 qui eſt en *g Fig.* 5. & en *m Fig.* 3. allant vers P pendant que la dent *b* repouſſe vers R la Palette *y* en *h*.

Au bout de quelques momens le Balancier aura pris ſon arc de vibration ordinaire, au terme duquel les Palettes paſſeront alternativement l'axe A M d'une quantité qui peut aller à 25 degrés, & chaque Palette deviendra à ſon tour dans la même ſituation par rapport à la dent agiſſante, comme eſt *x* à *a* 2 *Fig.* 6. ou *y* à *b* 2 en *d Fig.* 7.

Ce ne peut être que par des ſecouſſes ſubites & par des mouvemens très-violens que l'arc de vibration excede de beaucoup l'ordinaire; mais comme les Montres ne ſont que trop ſujettes à ces ſortes de mouvemens, il eſt très-important d'obvier autant qu'il eſt poſſible, les inconveniens qui pourroient s'en enſuivre; ce qu'on ne ſçauroit mieux faire qu'en donnant un grand excès de la vibration au battement au-delà de l'ordinaire.

L'excès qui réſulte des regles que l'on vient de propoſer eſt de 35 degrés de chaque côté (Voyez *Fig.* 7.) *y z* en 25 degrés de vibration ordinaires, & *y z* en 60 degrés de vibration au battement.



DESCRIPTION

D'un Tour propre à tourner les Calottes de Montres & autres Pieces ovales.

PLANCHE I.

CE Tour ovale est une espece de Boëtte tabarine. La *Figure* 1 represente la Machine toute montée avec son support & vûë par sa face anterieure du côté où s'applique la Piece qui est à tourner.

Fig. 2. represente la même poupée vûë par son autre face pour laisser appercevoir la petite regle graduée marquée *x* qui sert à regler l'alongement qu'on veut donner à l'ovale.

Fig. 3. est la Poupée garnie seulement de la Platine 4 à laquelle est soudée un tuyau qui traverse la Poupée & qui est serrée par derriere par l'Ecrou 5. Cette Platine 4 dont la face est representée au-dessus, porte une queuë marqué *b* refenduë par une entaille qui entre sur la branche du Tour pour empêcher qu'elle ne puisse avoir aucun mouvement à droite ni à gauche.

Fig. 7. & 8. sont deux Plaques qui, réunies, forment exterieurement une Poulie marqué *z*. *Fig.* 1. l'interieur en est chambré & renferme la petite Platine *Fig.* 9. sur laquelle est une regle à Coulisse marqué 10. qu'on arrête au point que l'on veut par la Vis 11. Ces deux Plaques sont fenduës chacune d'une rénure 12. *Fig.* 7. qui lorsqu'elles sont assemblées, se coupent à angle droit, & dans lesquelles passent d'un côté l'Arbre 13. *Fig.* 7. qui est soudé au centre de la Platine 9. *Fig.* 7. & de l'autre le petit bout d'Arbre 14. qui est soudé à la regle à coulisse marqué 10. & au travers duquel passe la Vis 11.

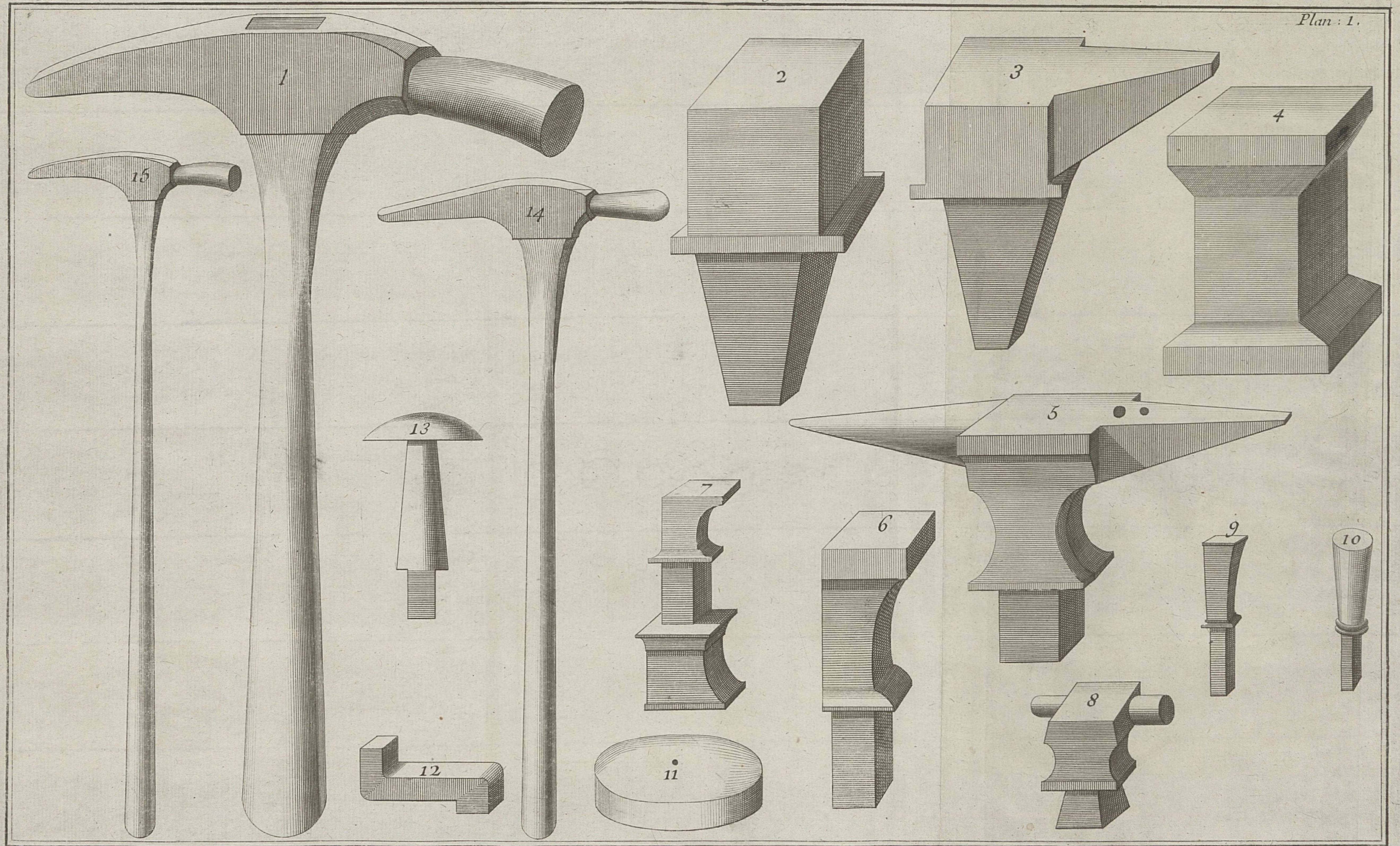
L'Arbre 13. s'enfile dans le tuyau de la Platine 4. Il est arrêté par derriere par l'Ecrou 15. & au-dessus par la Vis 10. pour qu'il ne puisse avoir aucun mouvement; alors la Poulie *z* se trouve appliquée contre la Platine 4. *Fig.* 3. & roule contre elle lorsqu'on a placé un Archet sur cette Poulie.

A la face de cette Poulie appliquée contre la Platine est placée la regle graduée *x* qui regle par le plus ou le moins, dont elle

passe cette Platine, le grand diamettre de l'ovale. Sur la Poulie *z Fig.* 2. se place encore une autre Plaque *Fig.* 16. taraudée dans son centre pour recevoir le petit Arbre 17. qui d'un côté s'y monte à Vis & de l'autre est taillé en Vis en bois pour retenir le Mandrin 19. Dans la description de cette Machine le profil de chaque Piece est au-dessous de son plan.

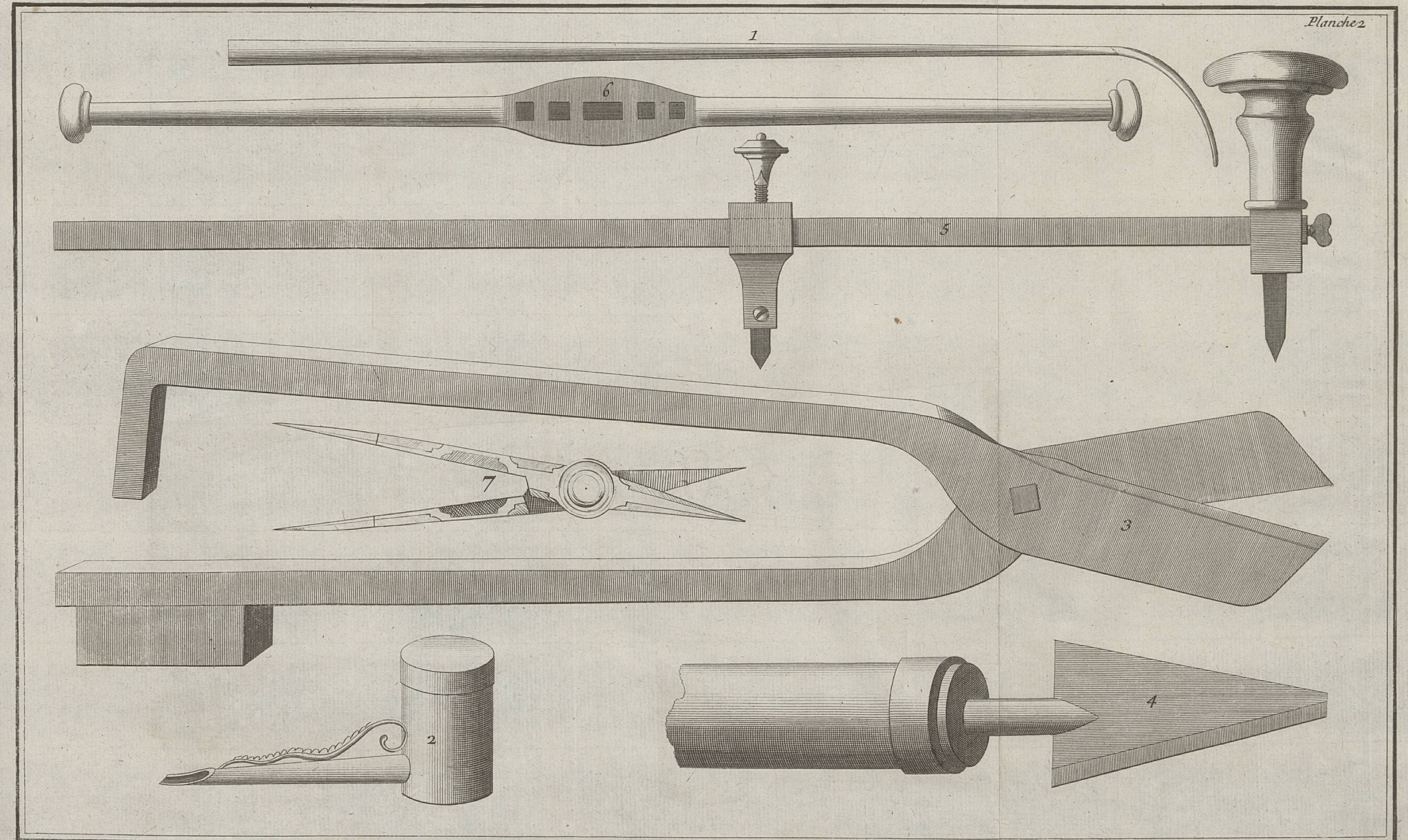
Ce Tour est dans le Cabinet de M^r. DE LA FAUDRIERE, qui l'a beaucoup perfectionné.

Fin du premier Tome.

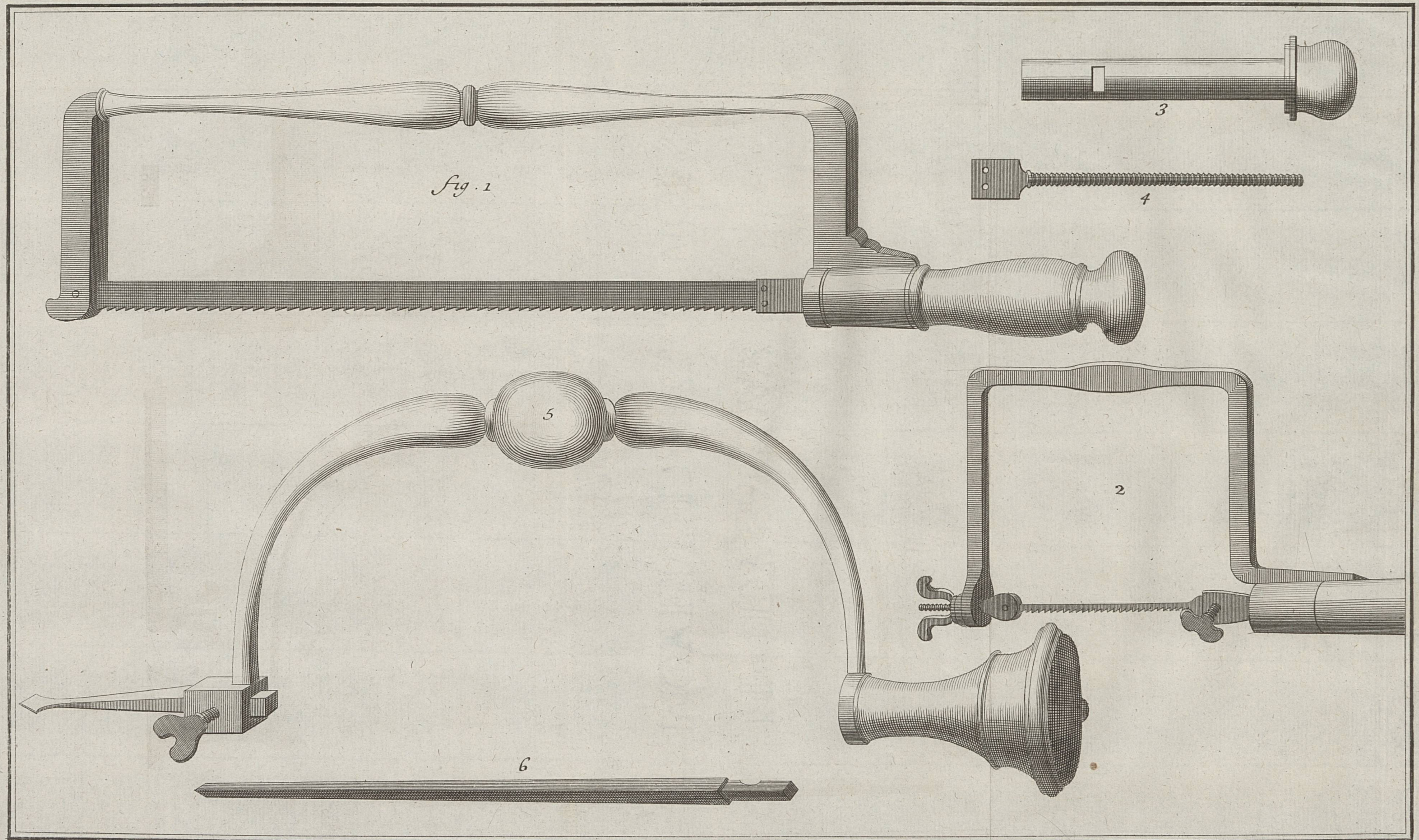


Dheulland Sculp.

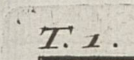
T.1. Outils d'Horlogerie.



Dheulland Sculp

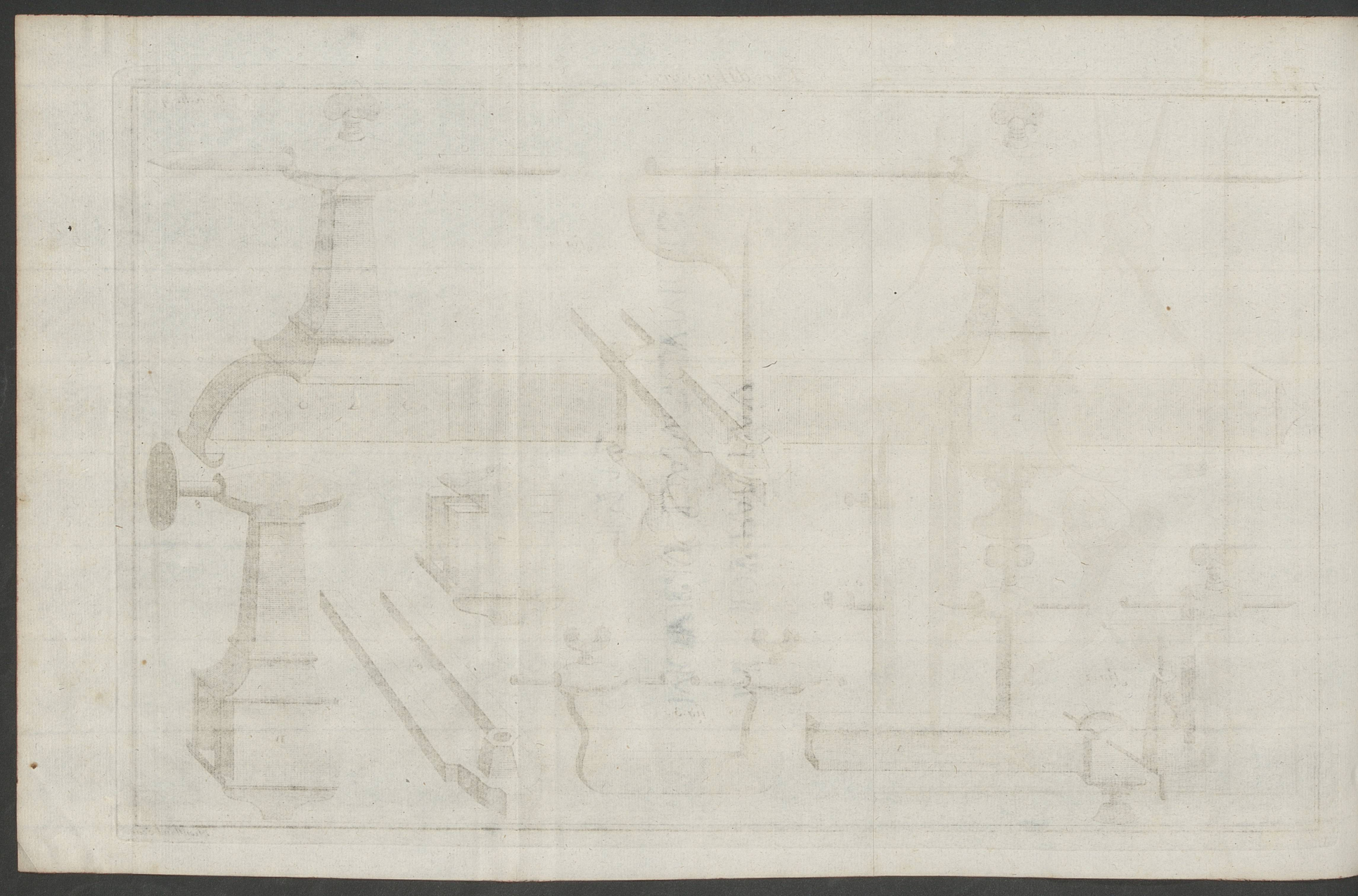


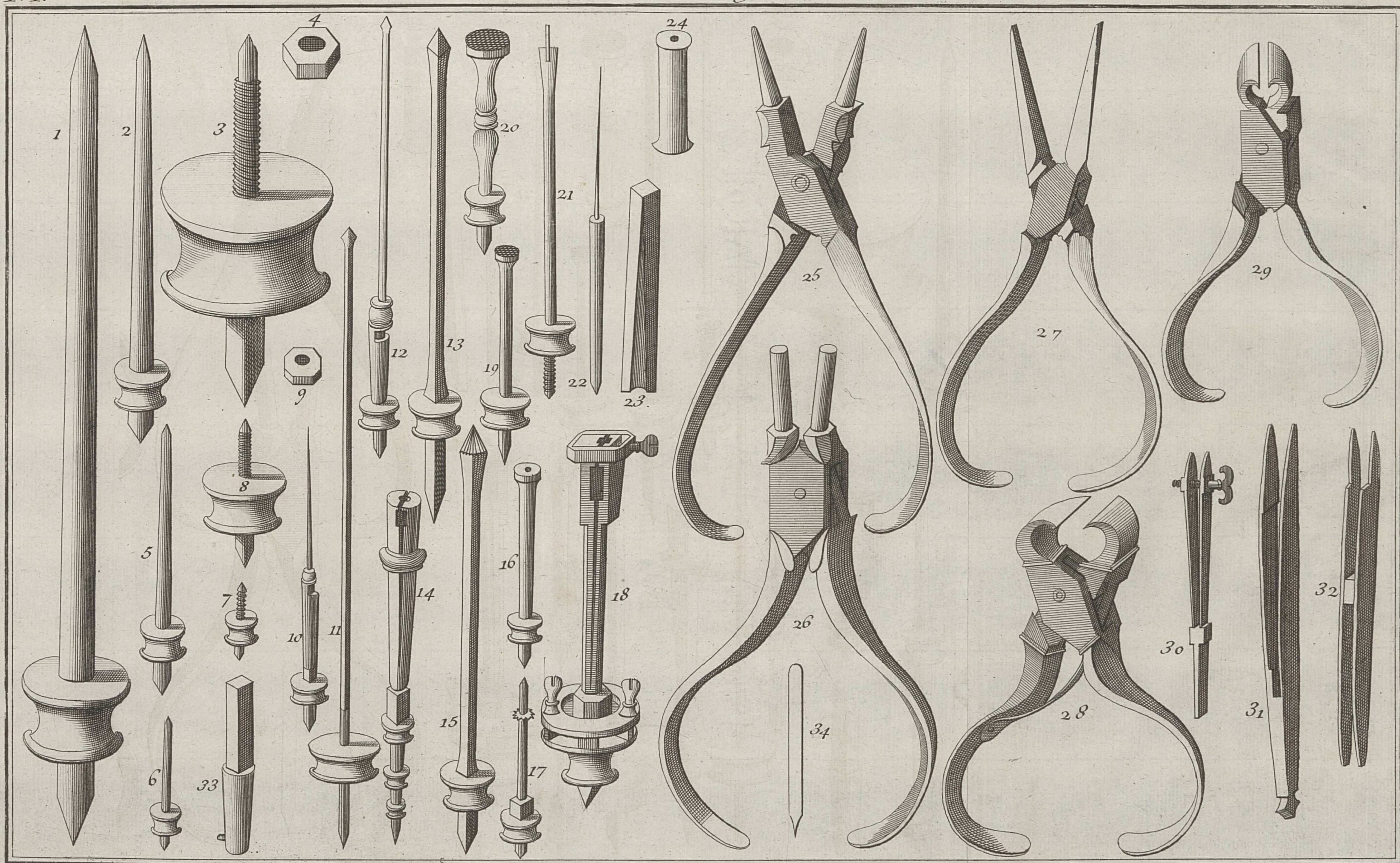
Dheulland Sculp .



Tours d'Horlogerie.

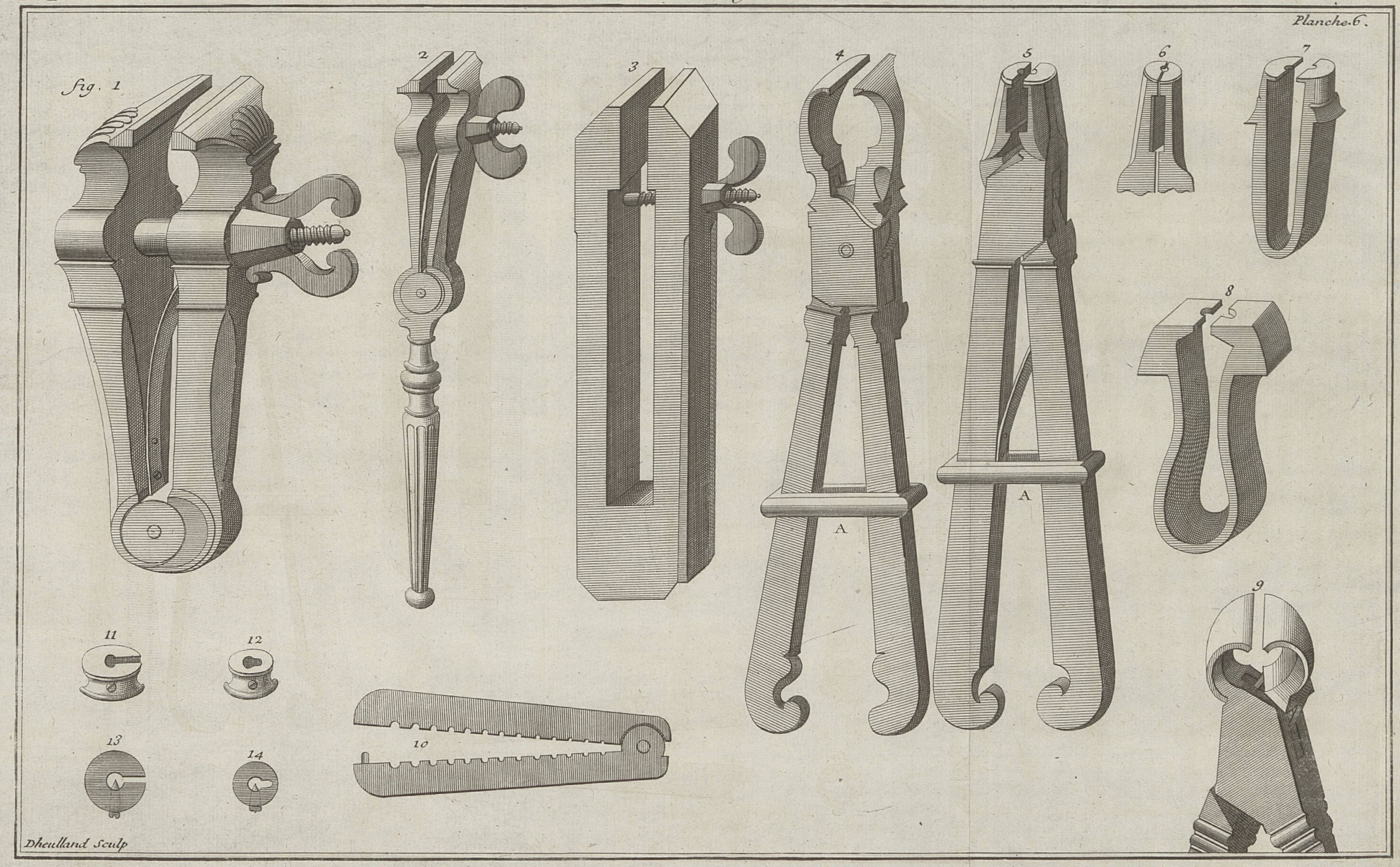
Dheulland Sculp



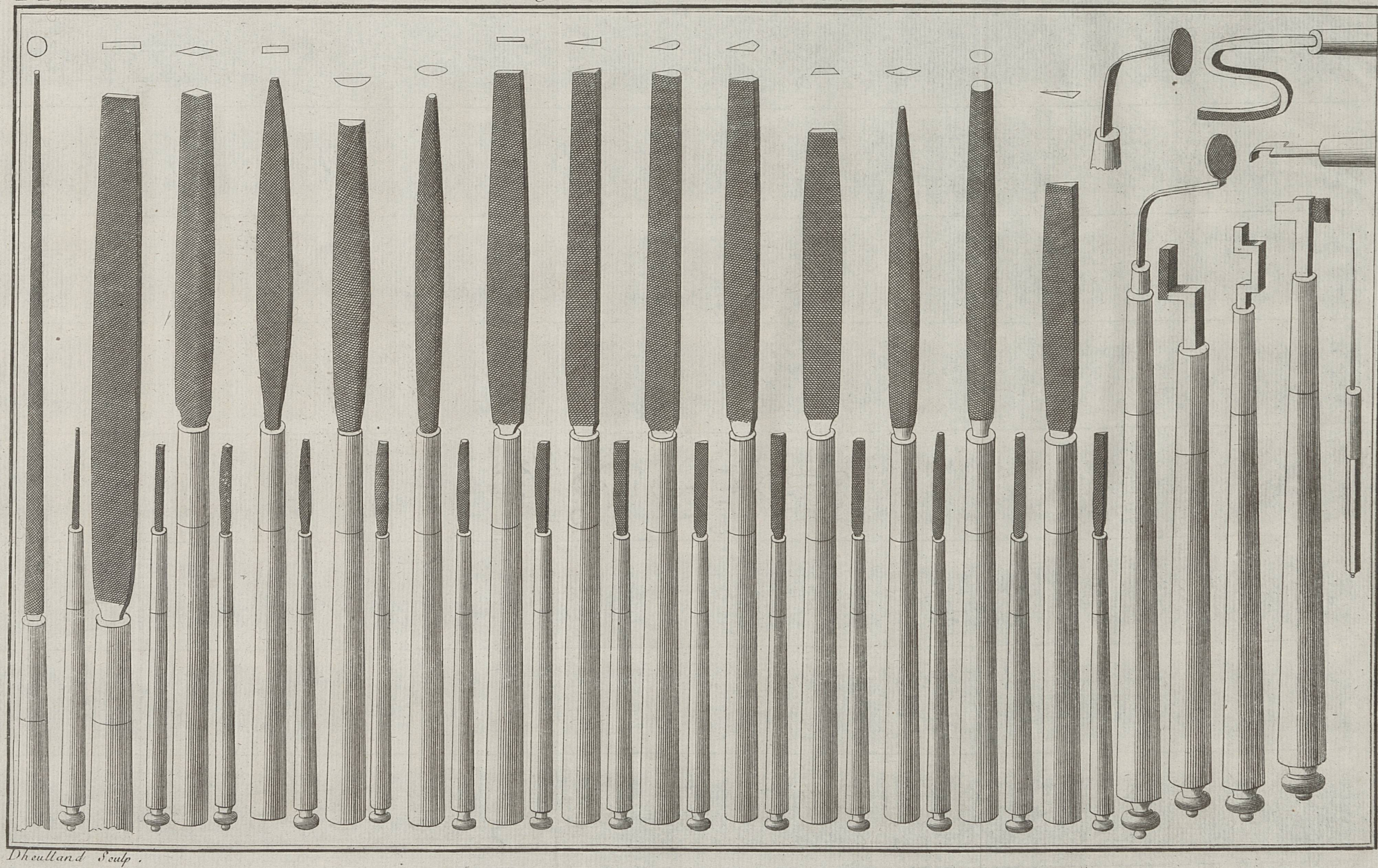


Dheulland Sculp.

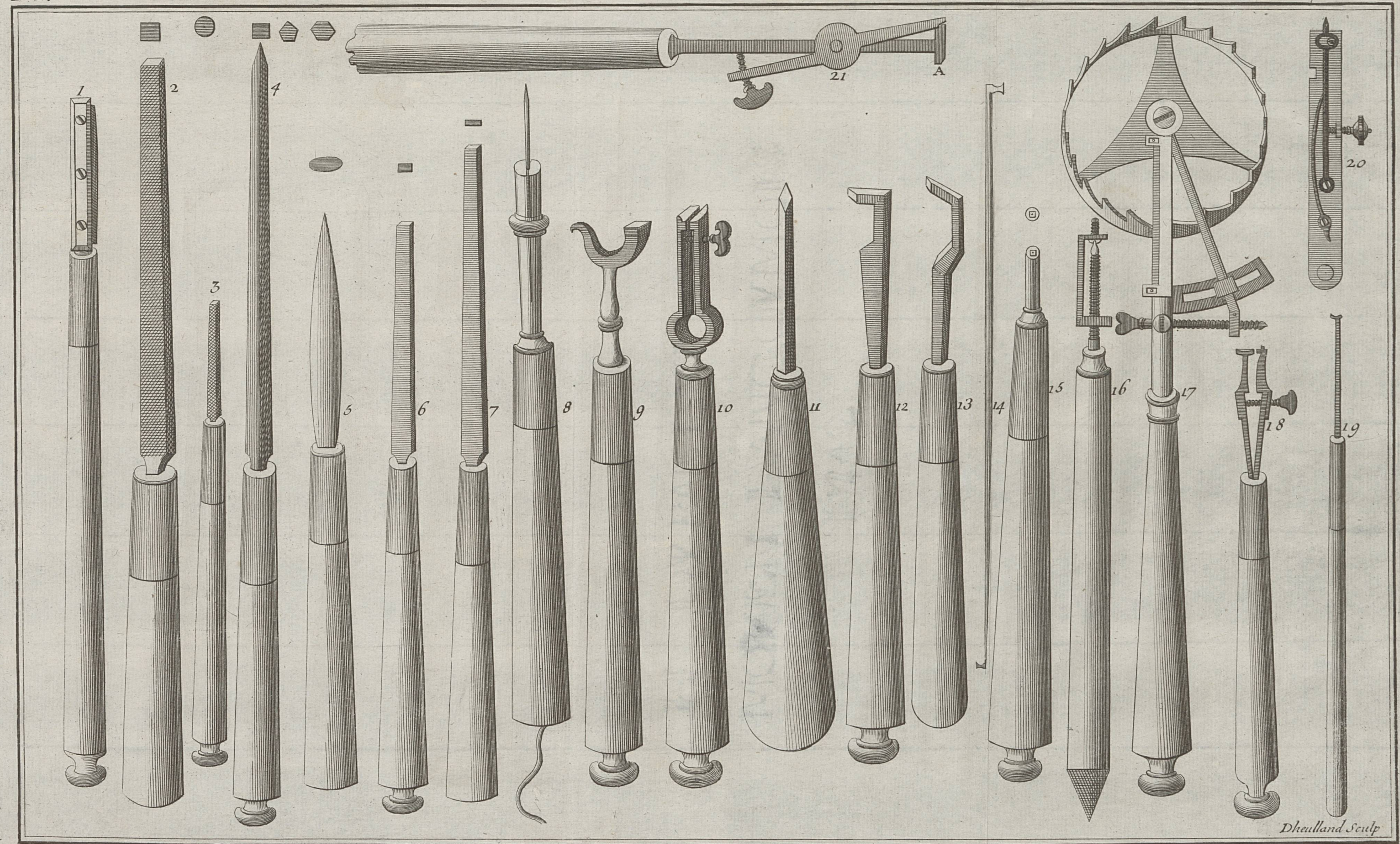
Outils d'Horlogerie.

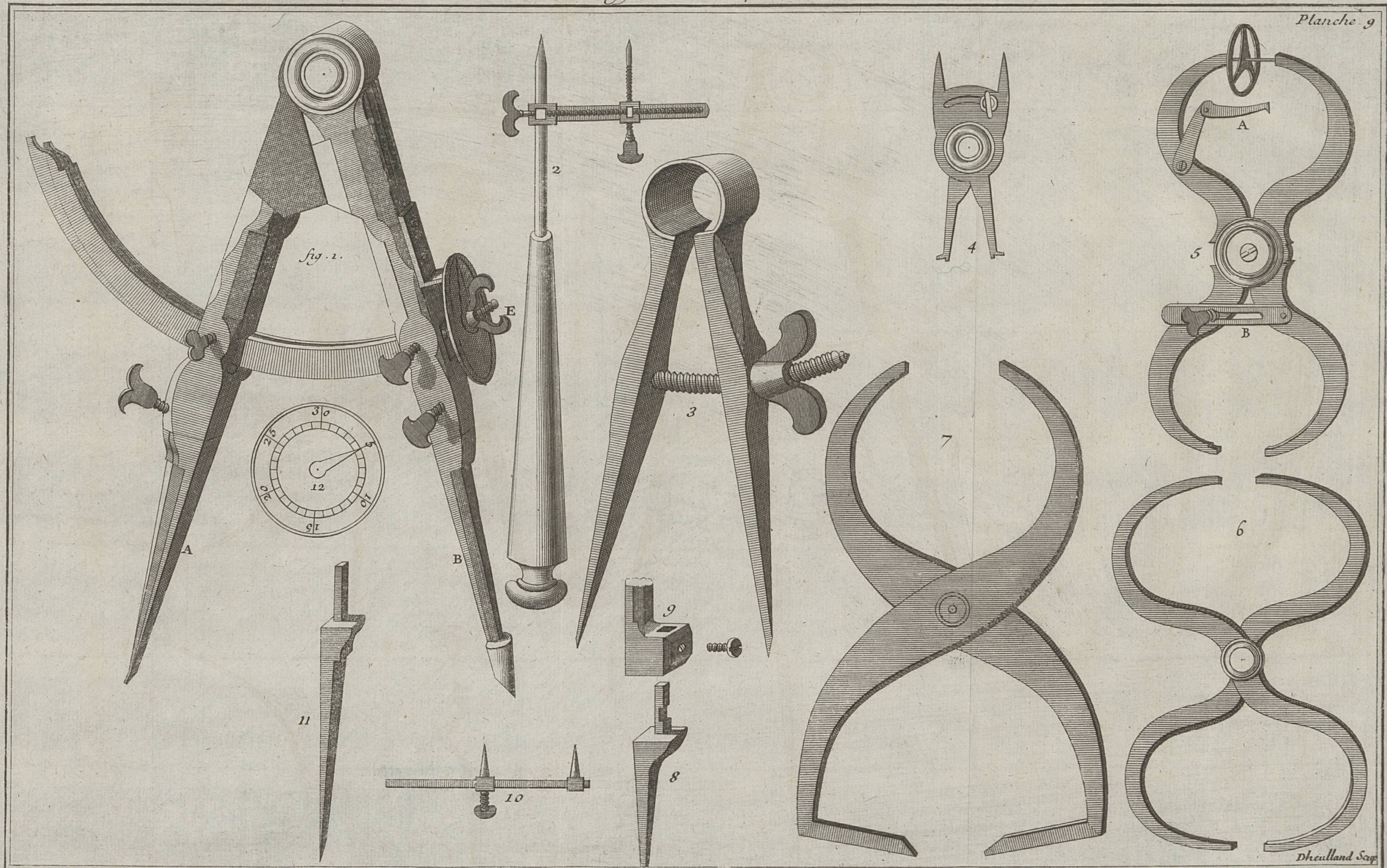


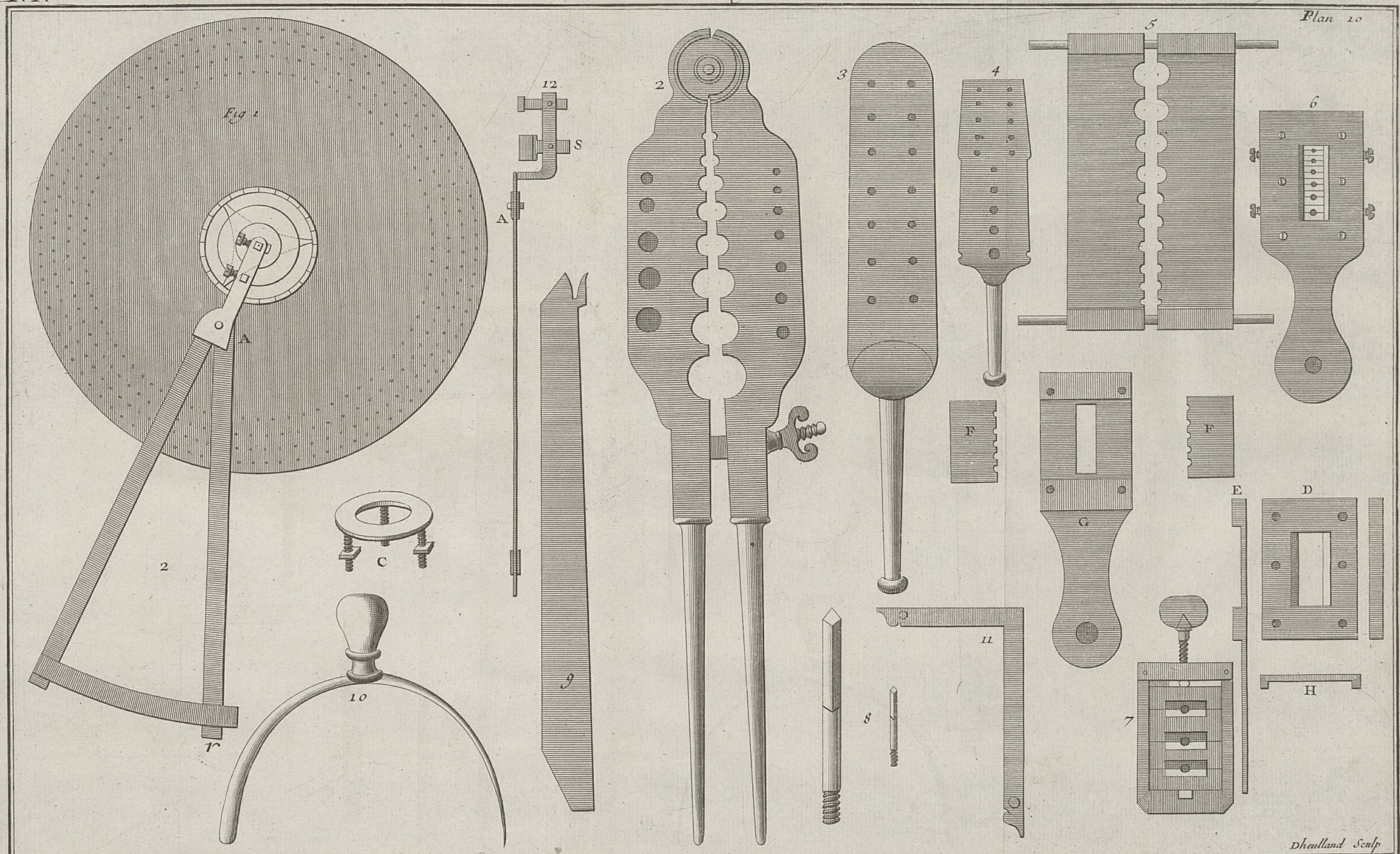
differentes Limes pour l'Horlogerie.



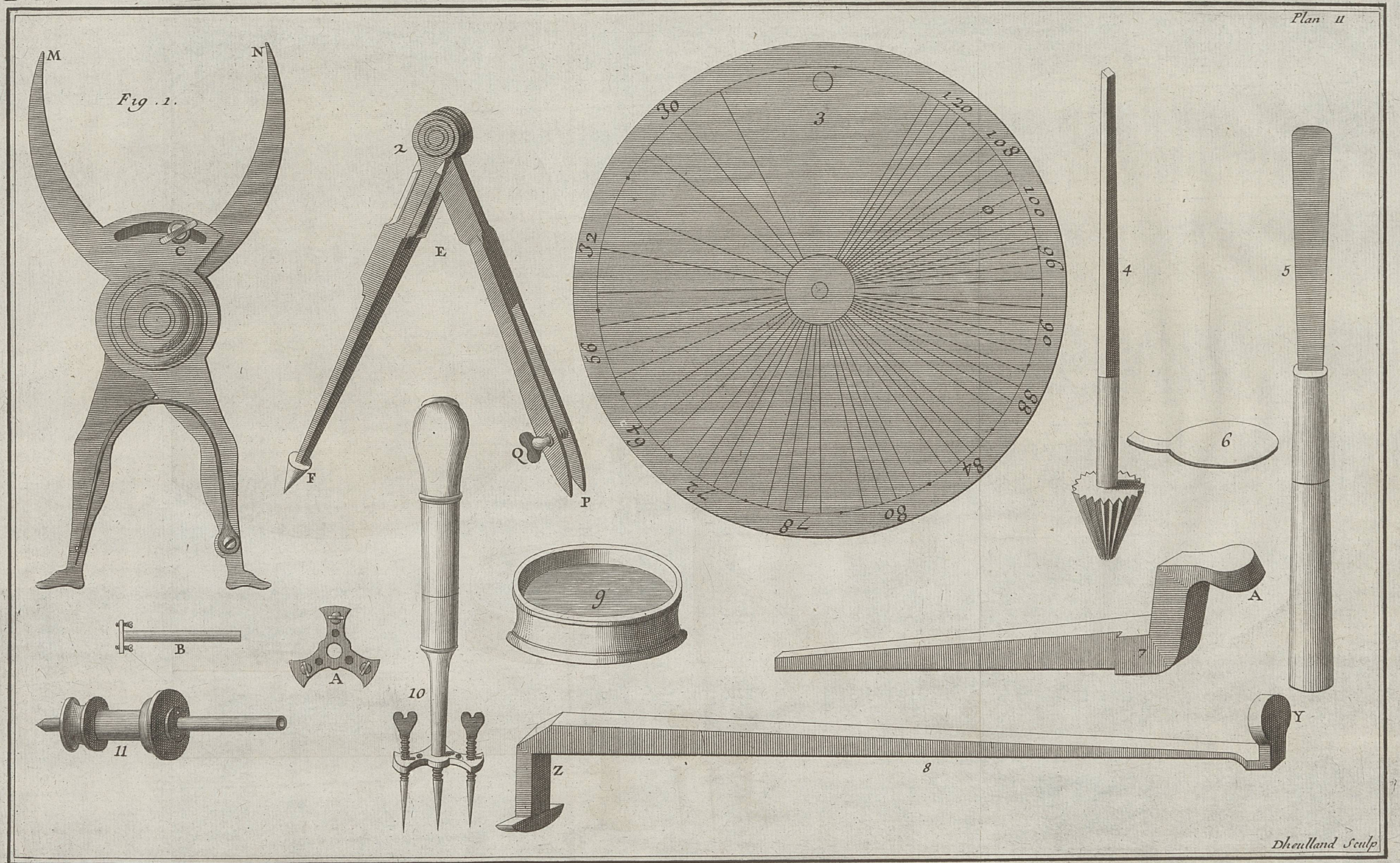
Dheulland Sculp.

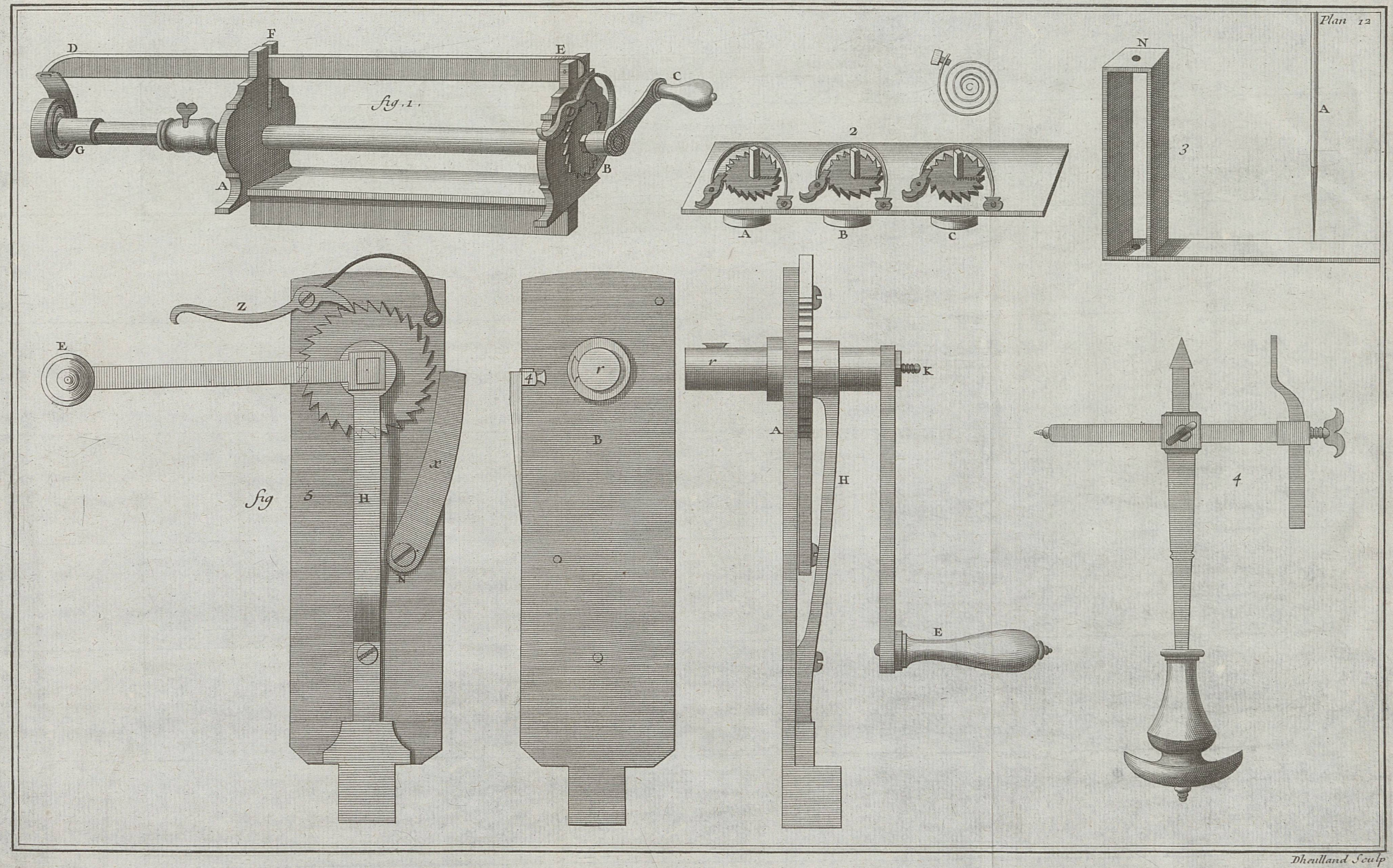

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
A
Dheulland Sculp


Planche 9
fig. 1.
A
B
E
2
3
4
5
A
B
6
7
8
9
10
11
12
30
5
10
15
20
25
Dheulland Sculp.

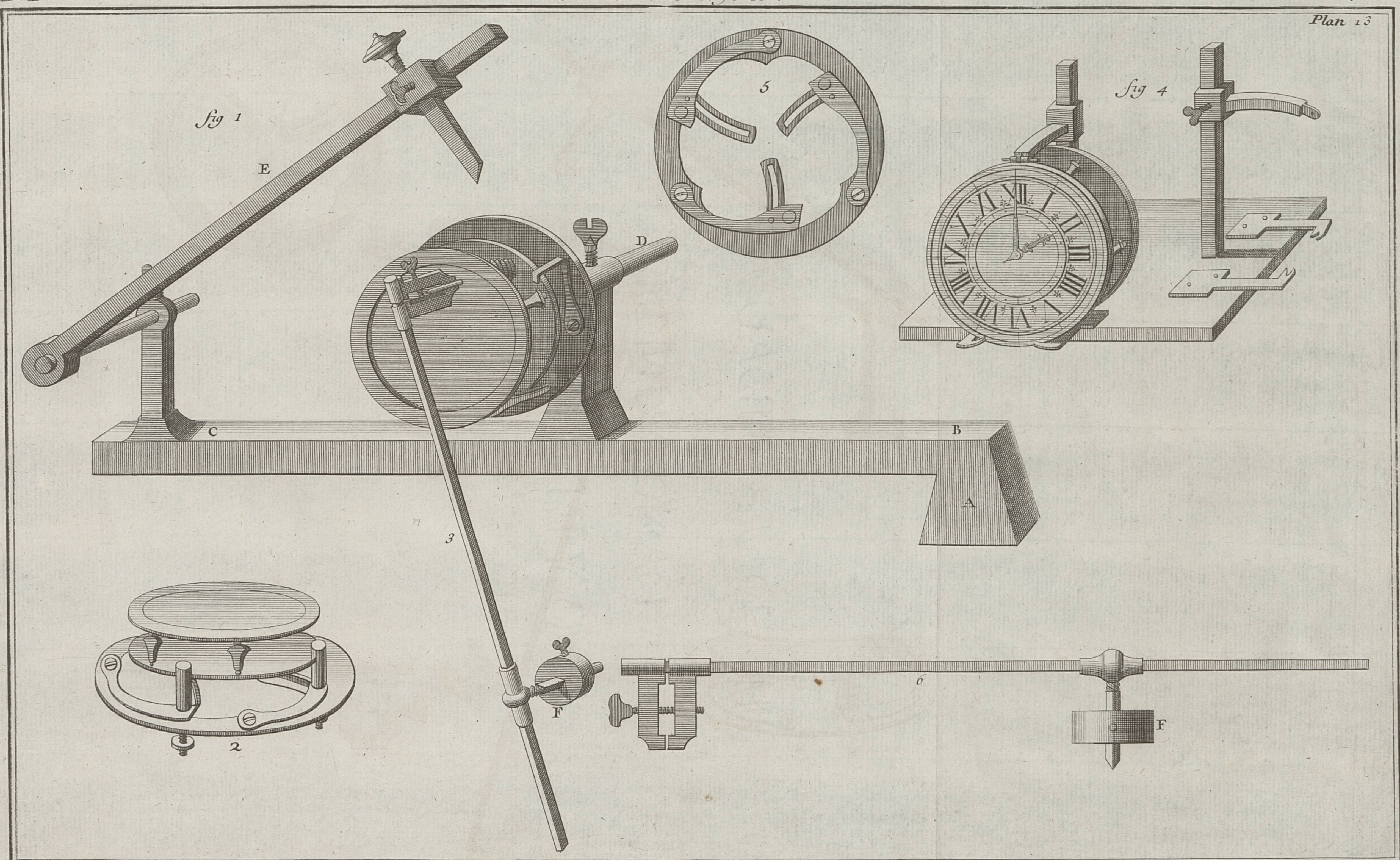

Plan 10
Fig 1
A
2
r
C
10
12
S
A
9
2
3
4
5
6
F
F
G
E
D
H
11
8
7
Dheulland Sculp

Outils d'Horlogerie.

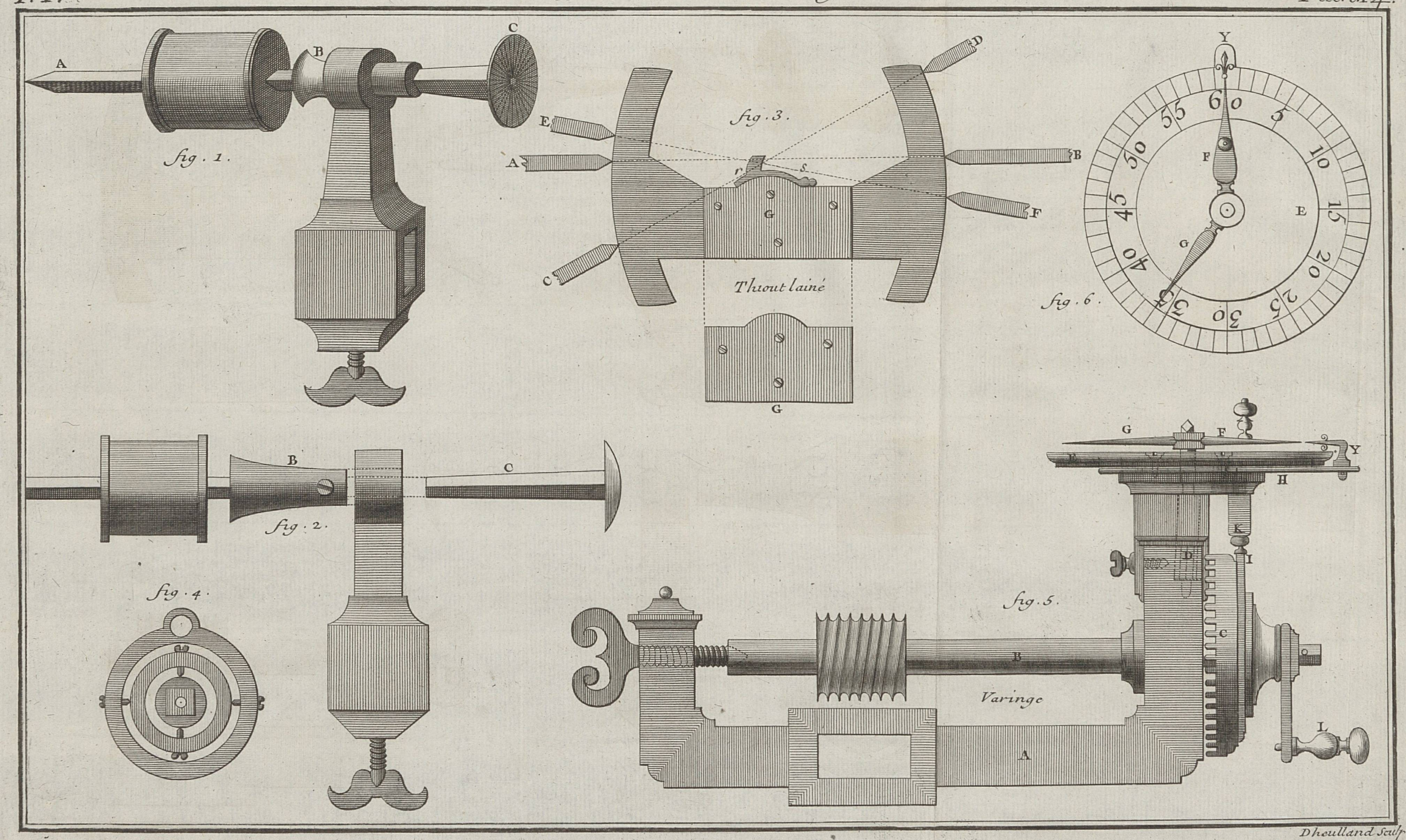




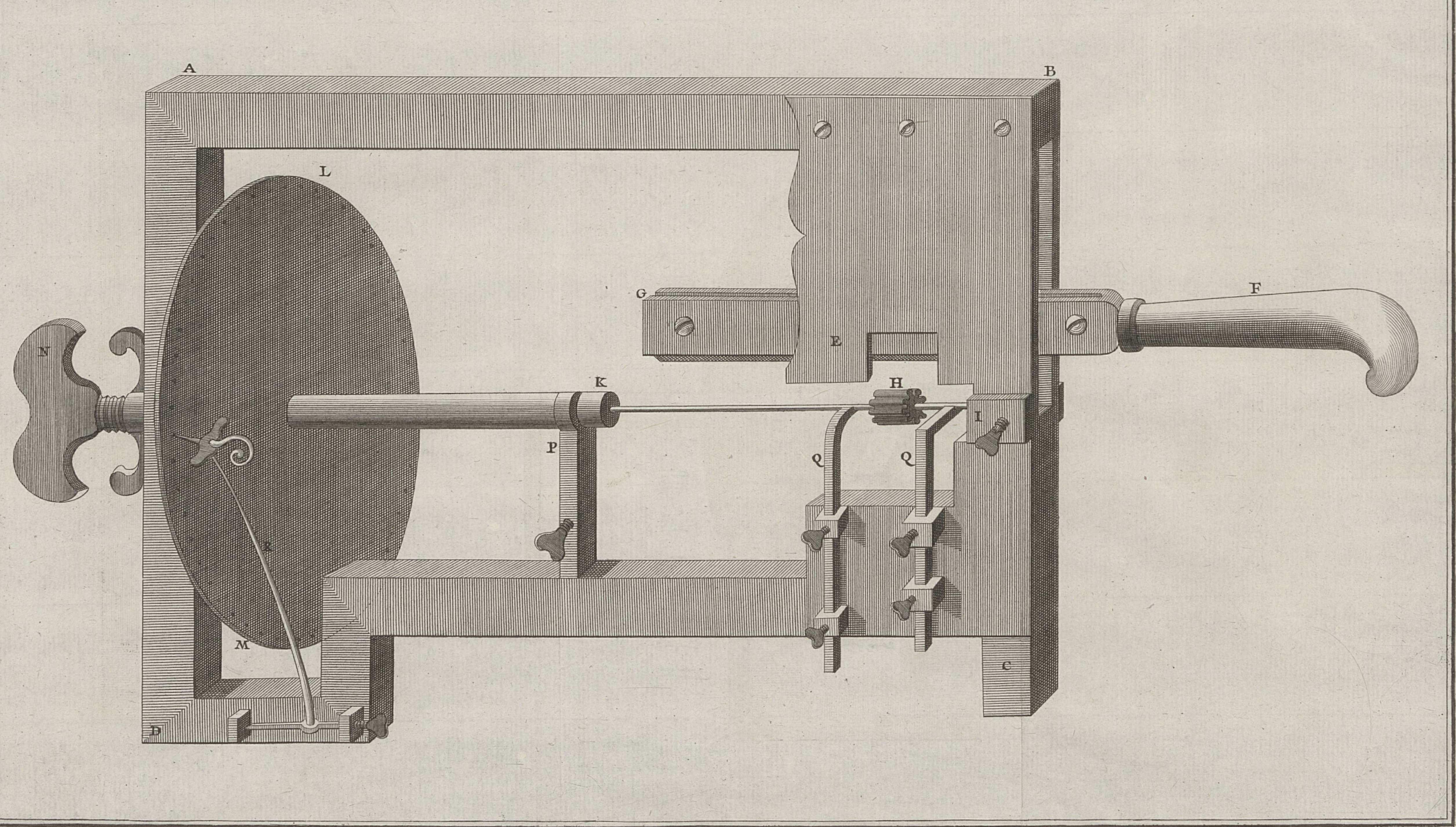
Dheulland Sculp



Dheulland Sculp

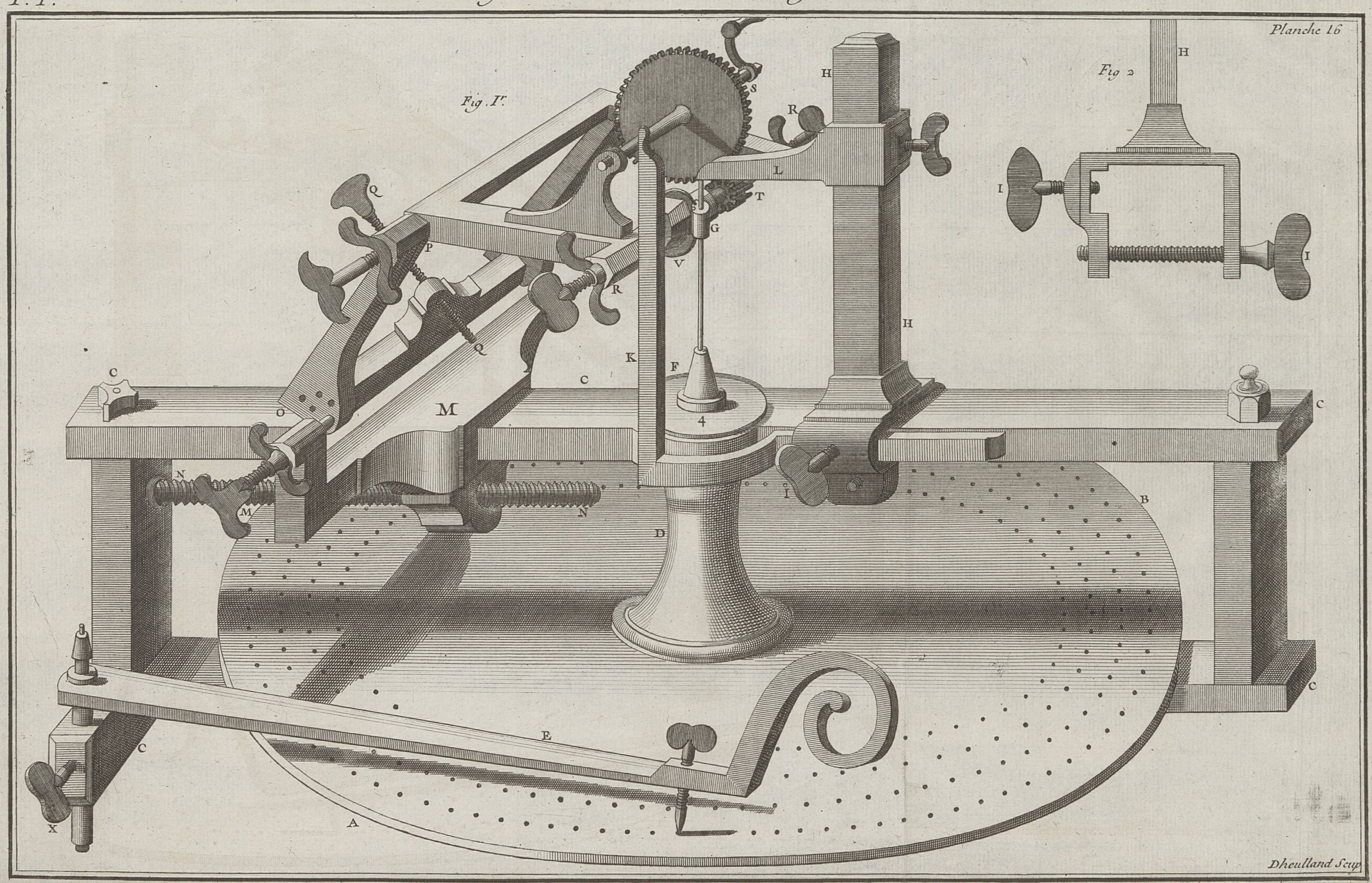


Dheulland Sculp.

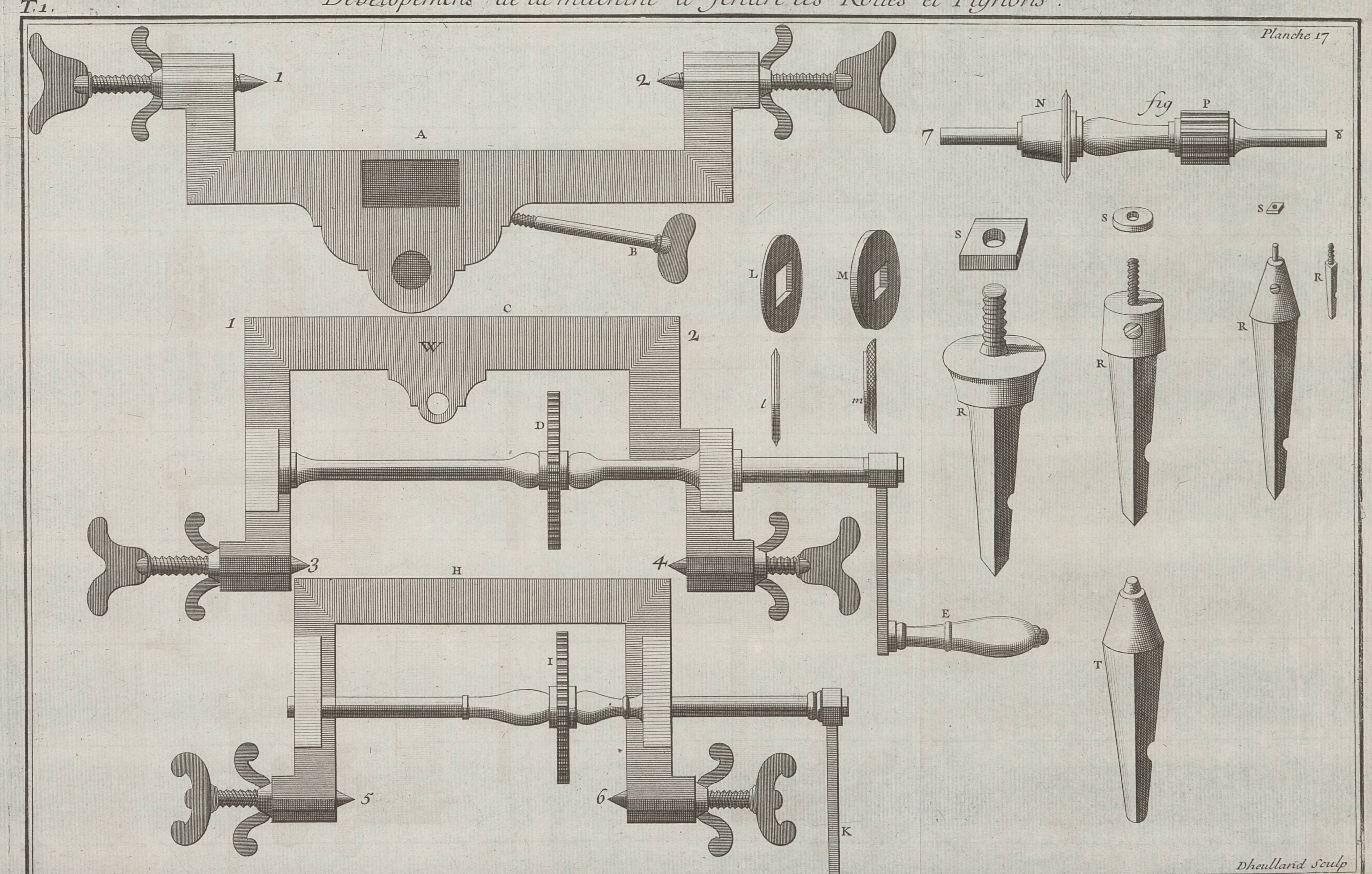


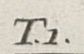
Dheulland Sculp

Machine à fendre les Roües et Pignons



Developemens de la machine à fendre les Roues et Pignons.



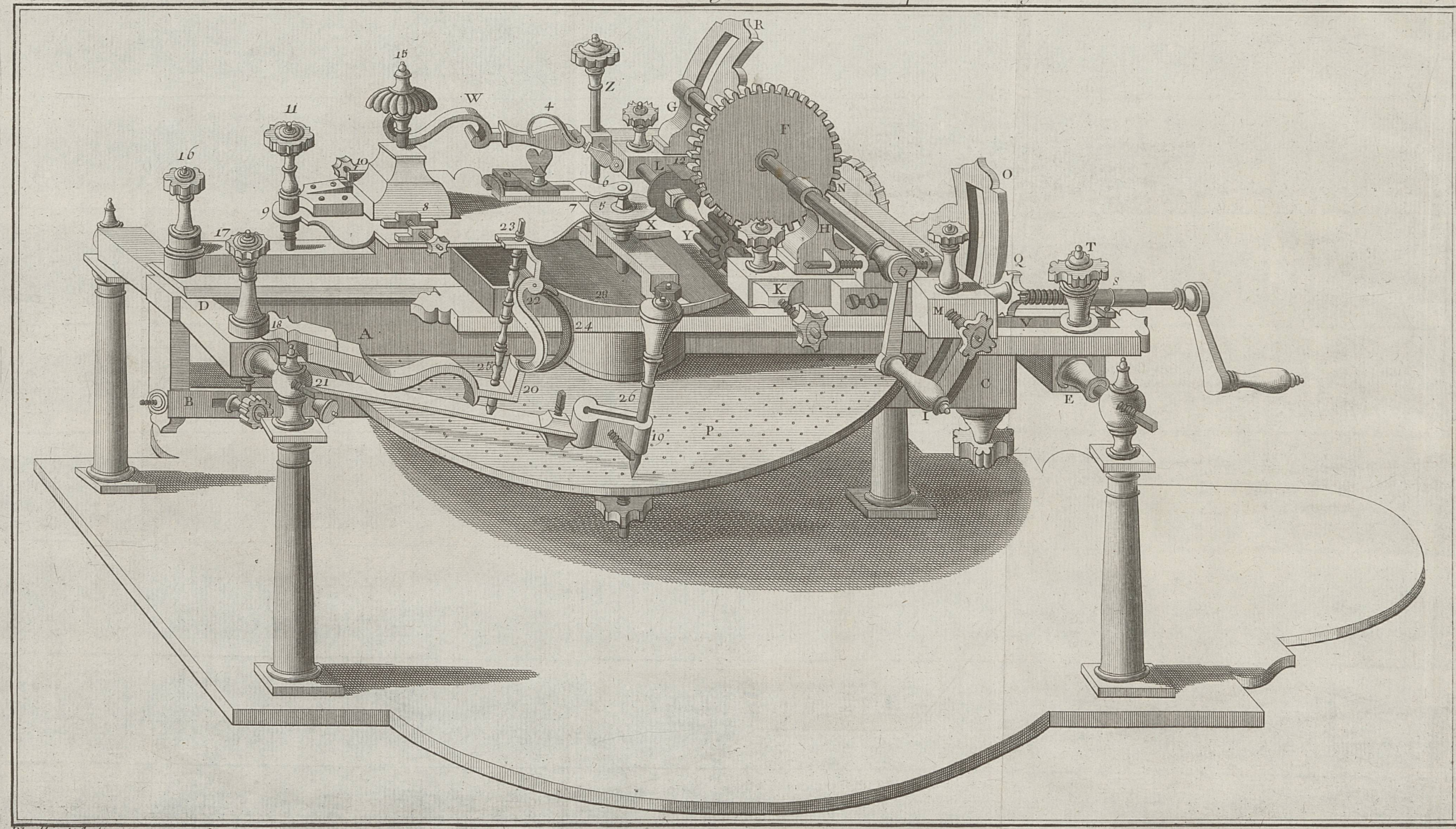


Plan et Profil de la Machine ord.re a fendre les Roues et Pignons

Fig. 1.re

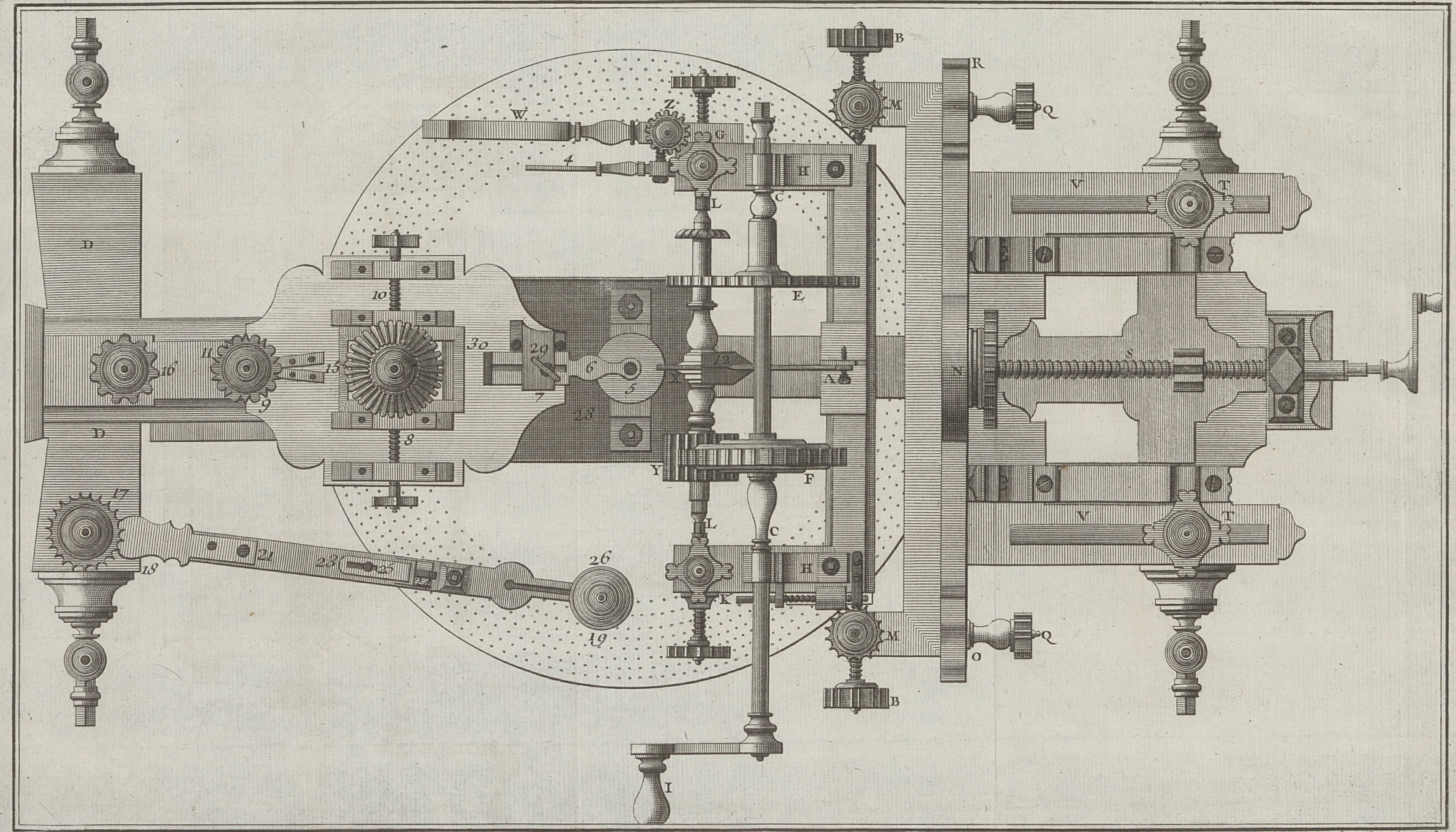
Fig 2.e

Dheulland Sculp.



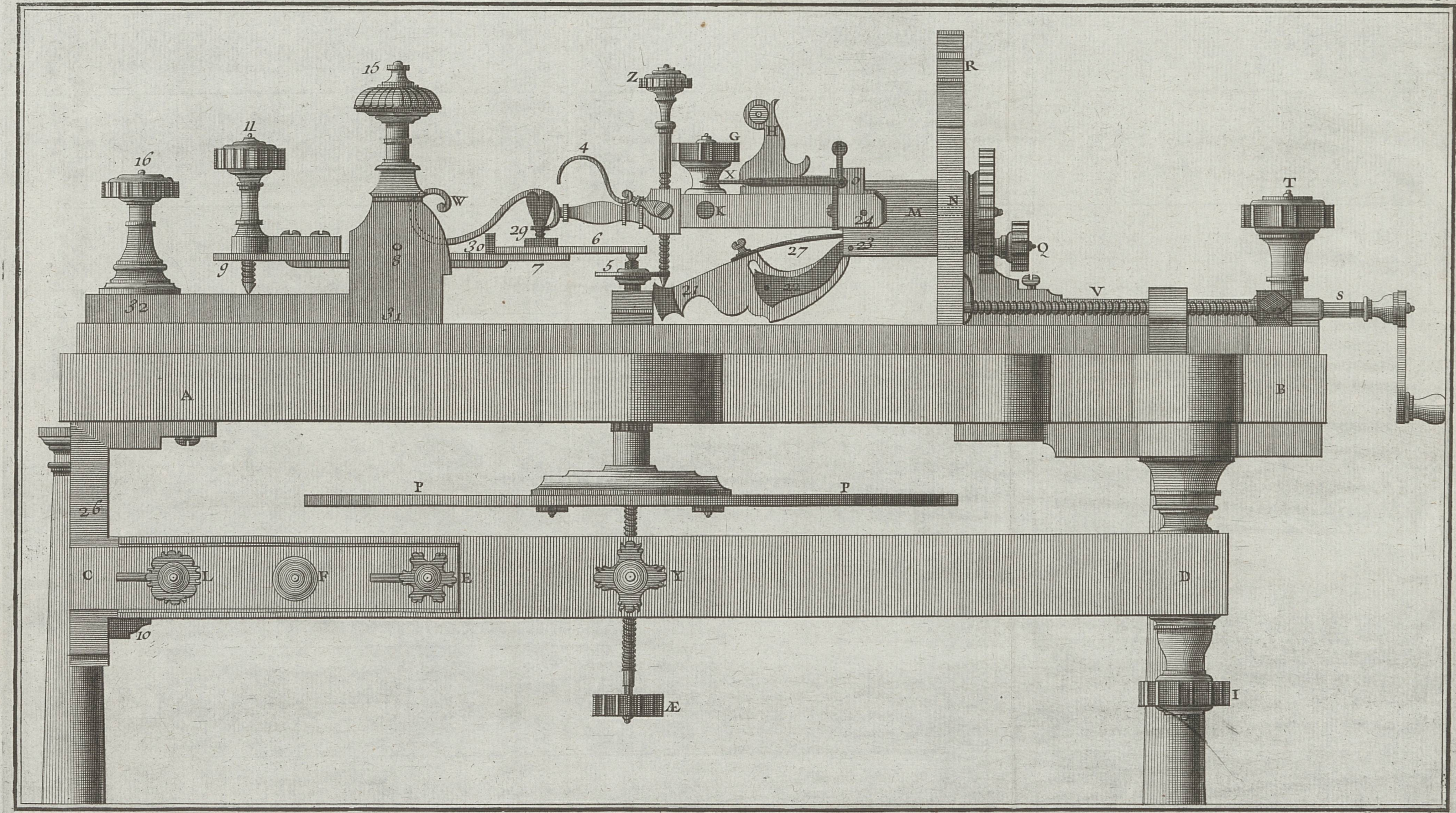
Dheulland Sculp.

Plan de la Machine a fendre les Roues

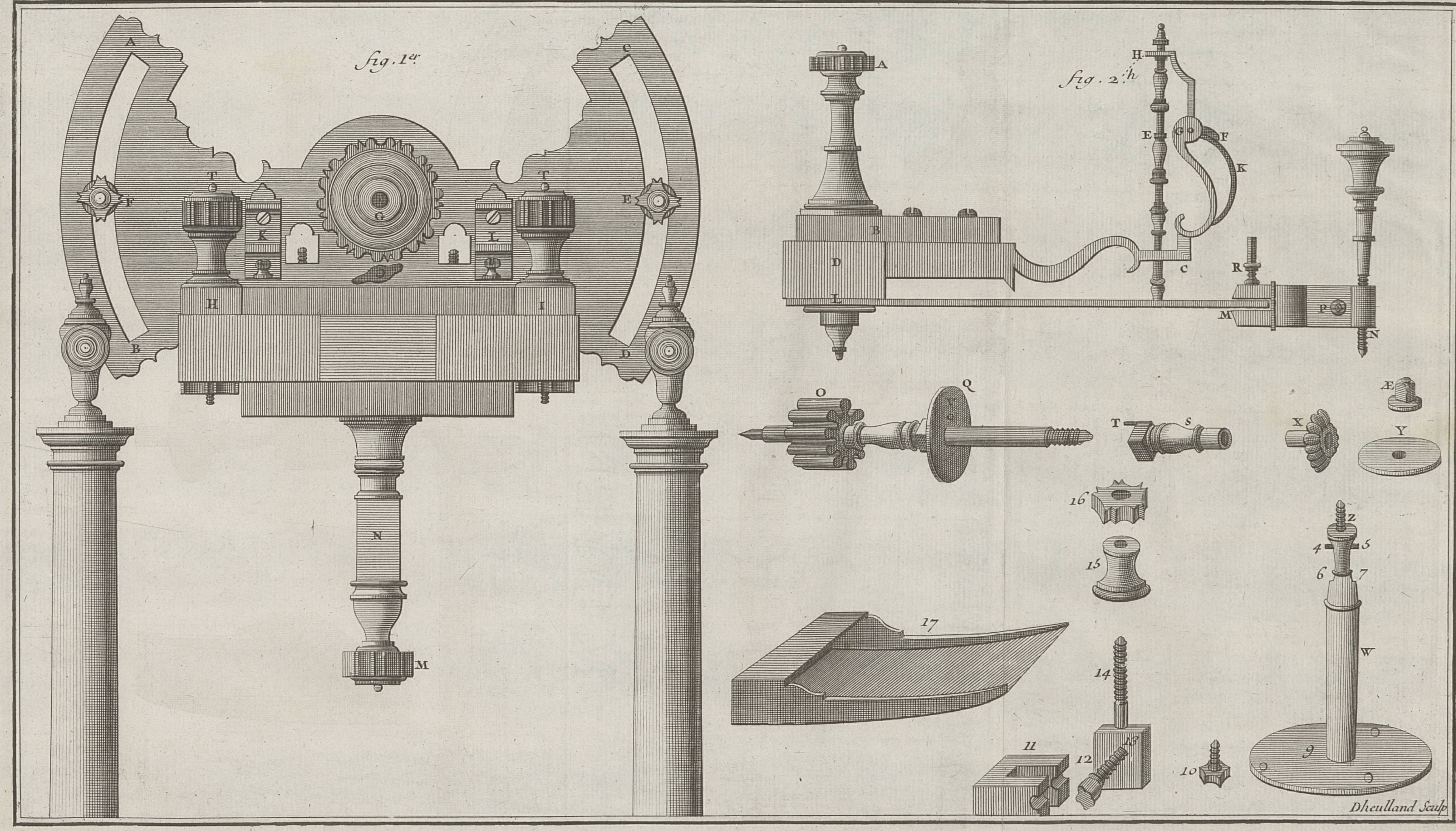


Dheulland Sculp

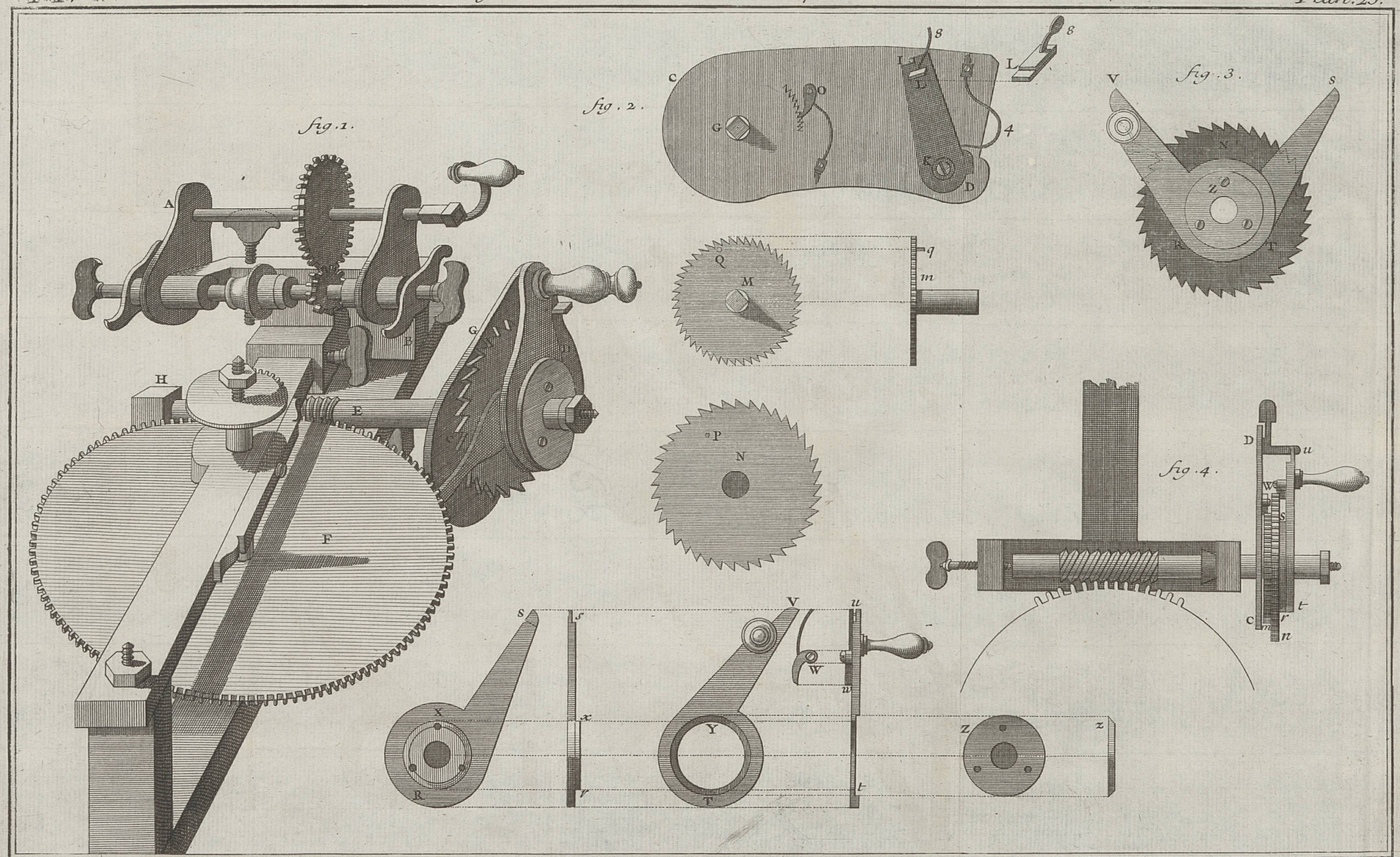
Profil sur la longueur de la Machine.



Dheulland Sculp.

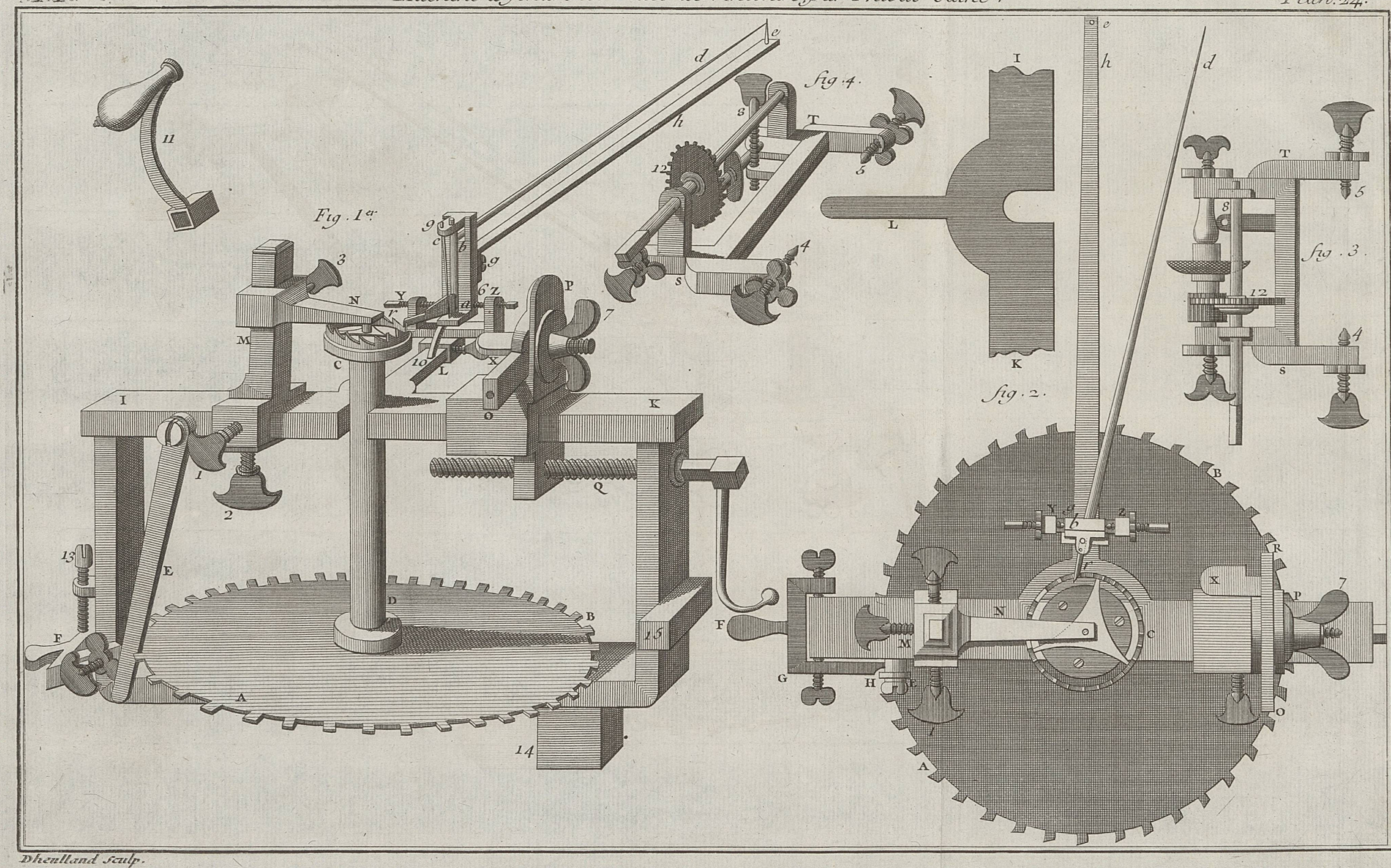


Dheulland Sculp.



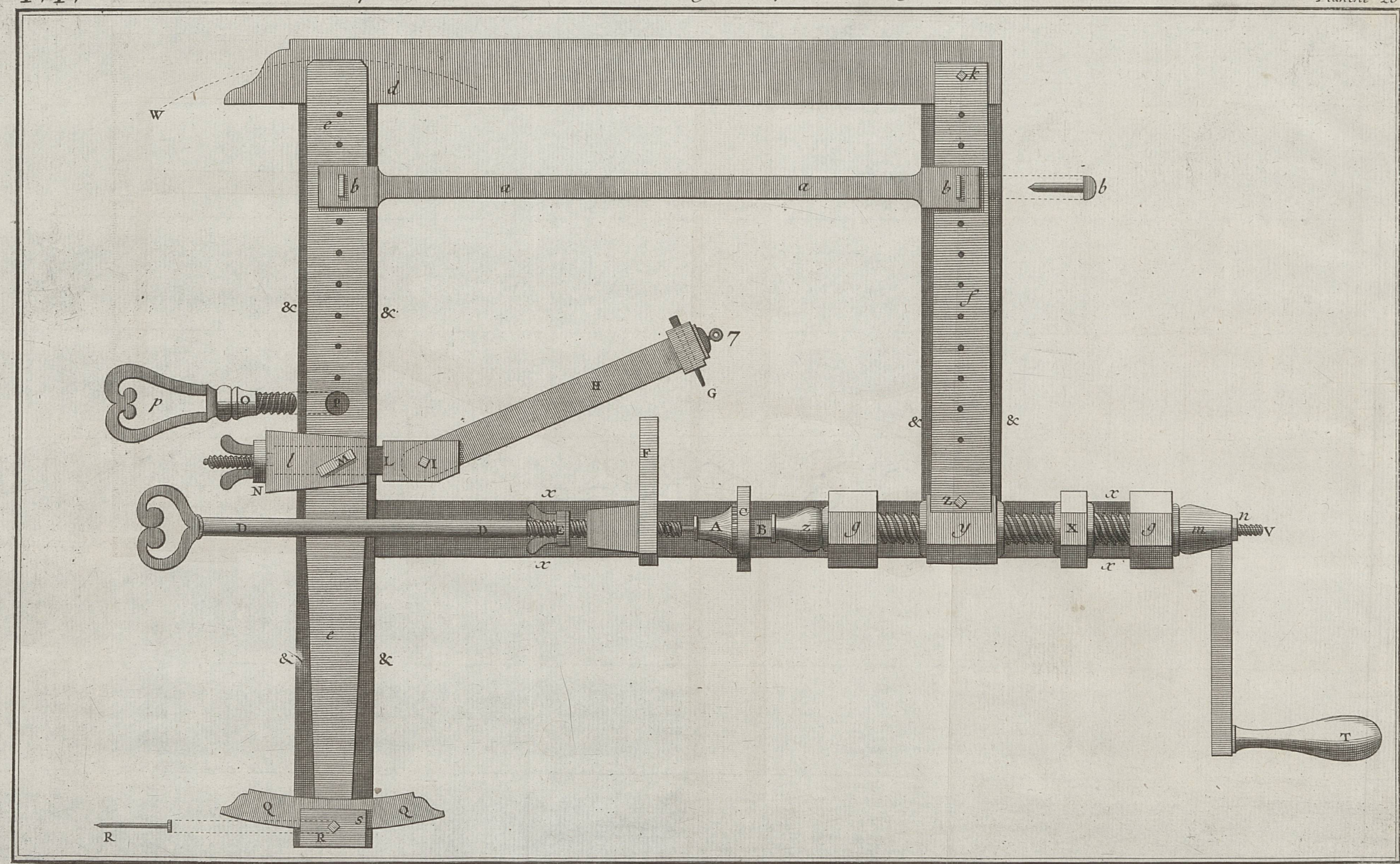
Dheulland Sculp

Machine a fendre les roues de rencontre par Thiout l'ainé.

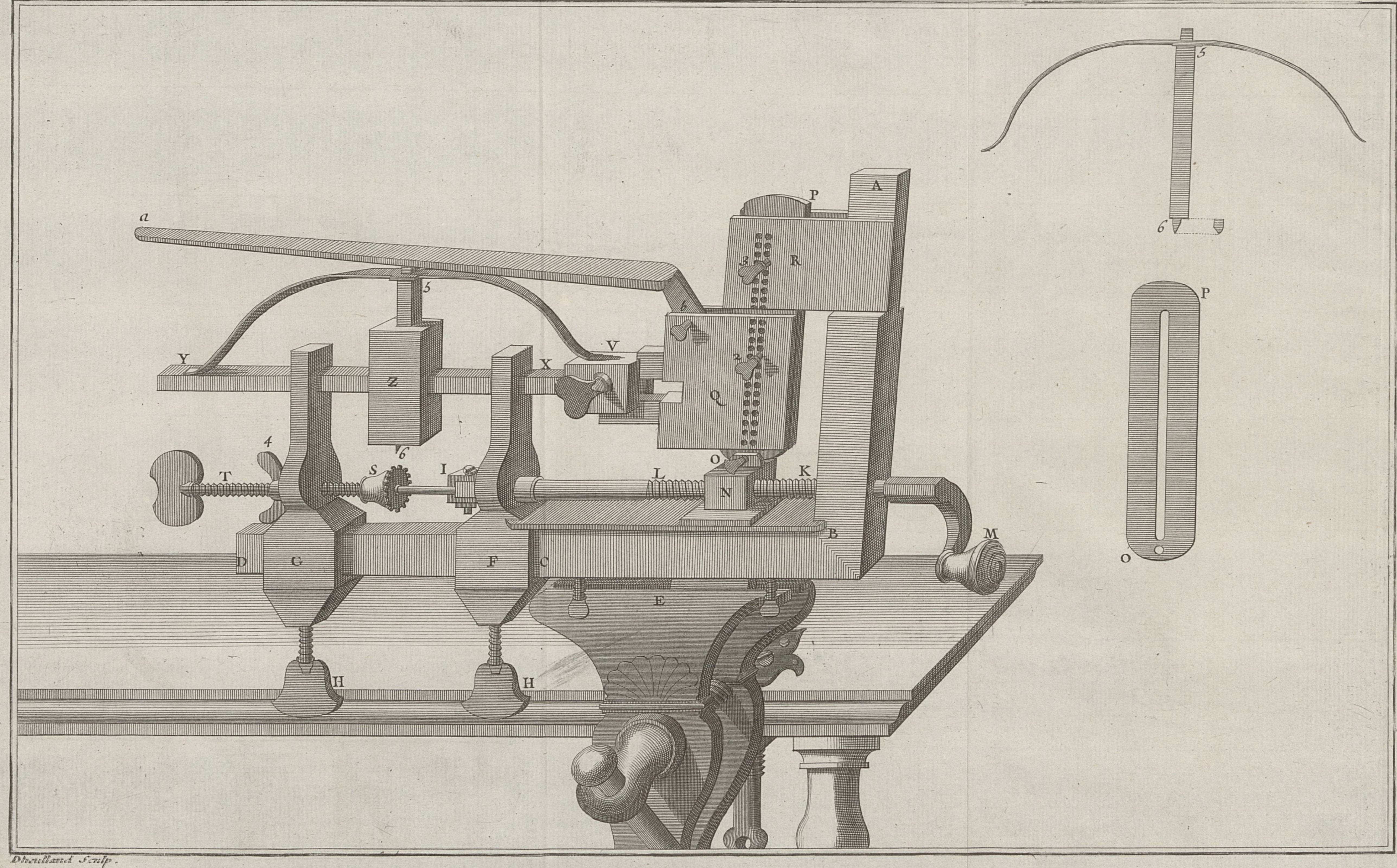


Dheulland Sculp.

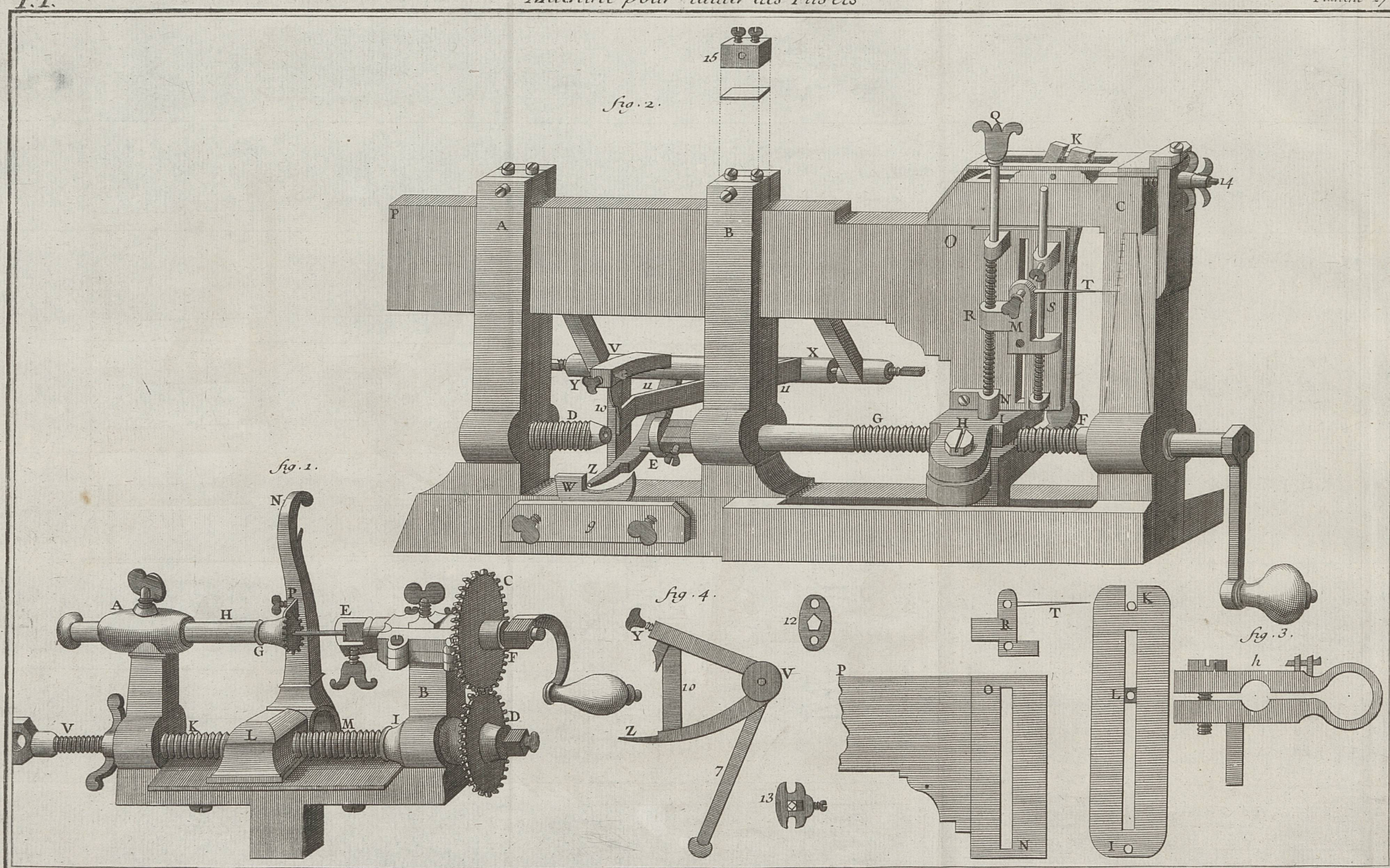
Machine pour tailler les Fusées à droite et à gauche par le S.r Regnaud de Chaalon



Dheulland Sculp.

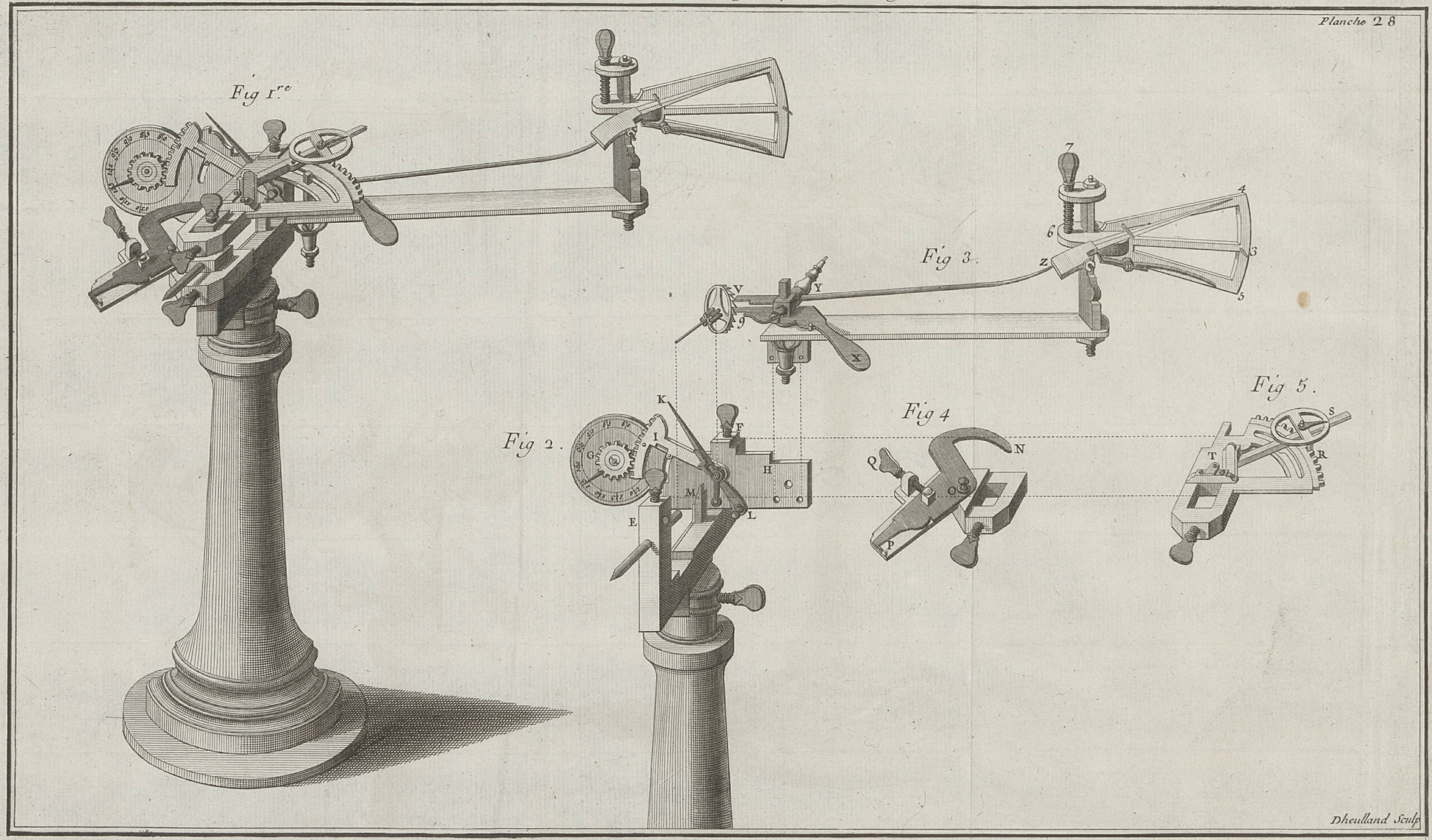


Dheulland Sculp.

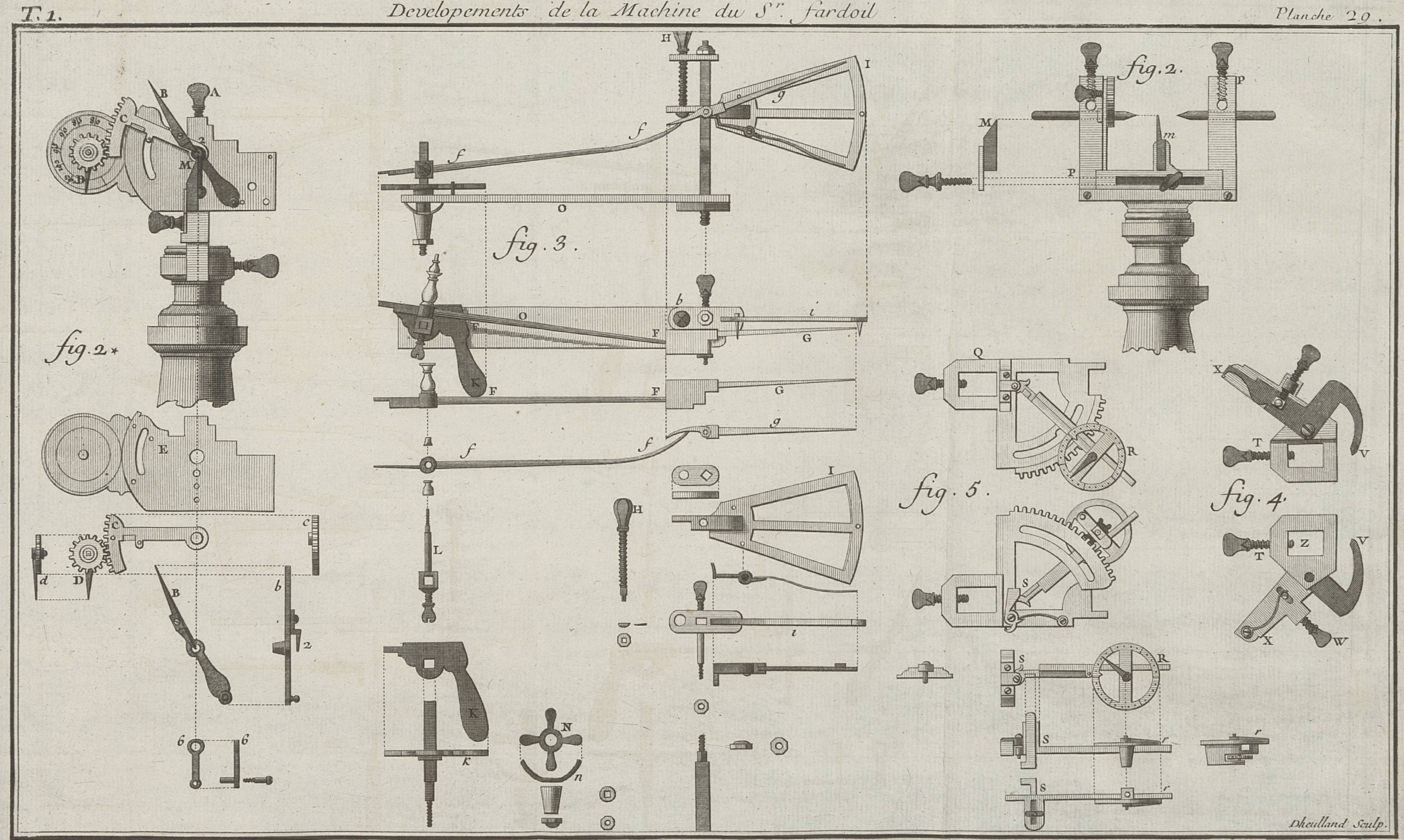


Dheulland Sculp.

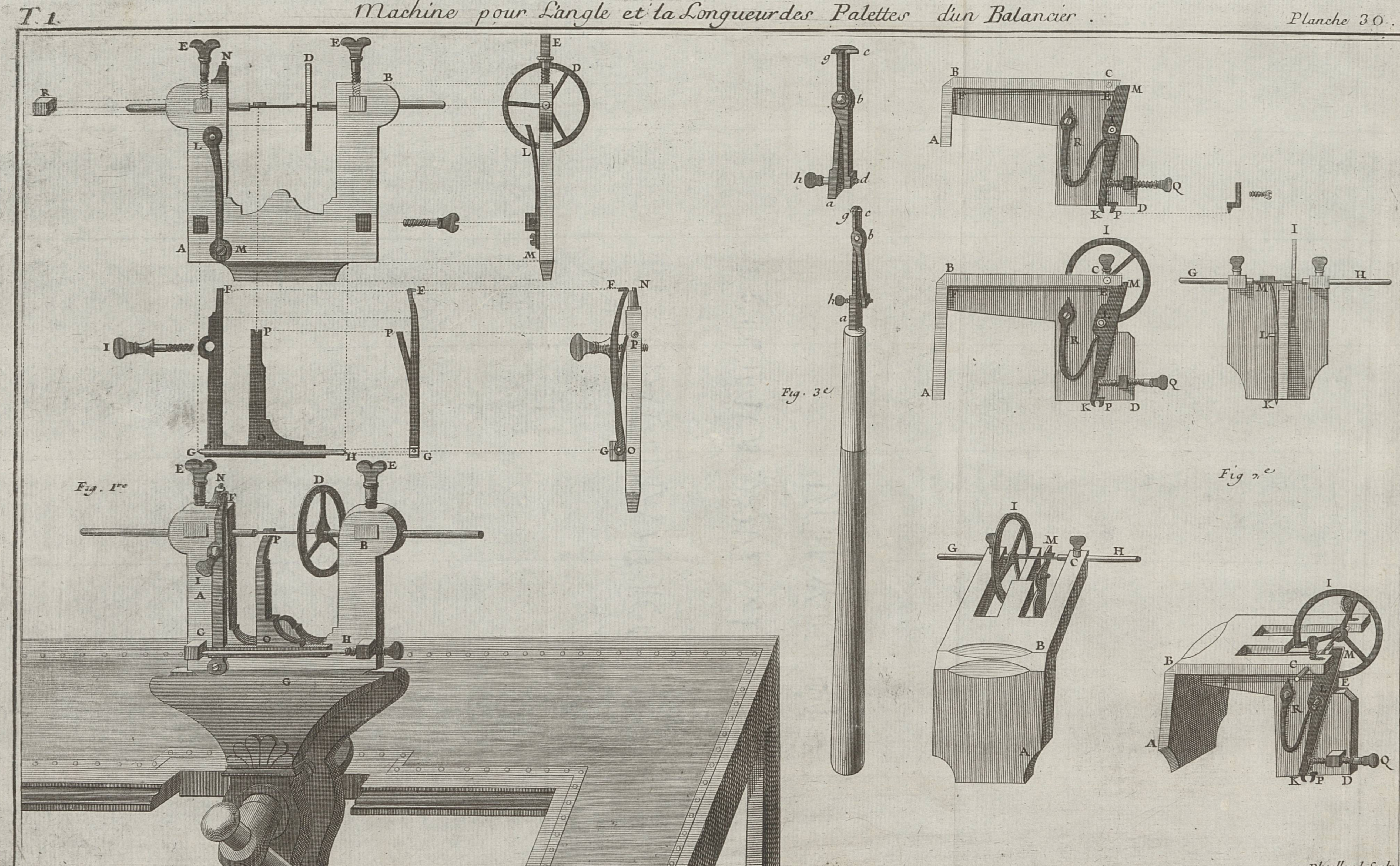
Outil Servant a plusieurs Usages par Pierre Fardoil



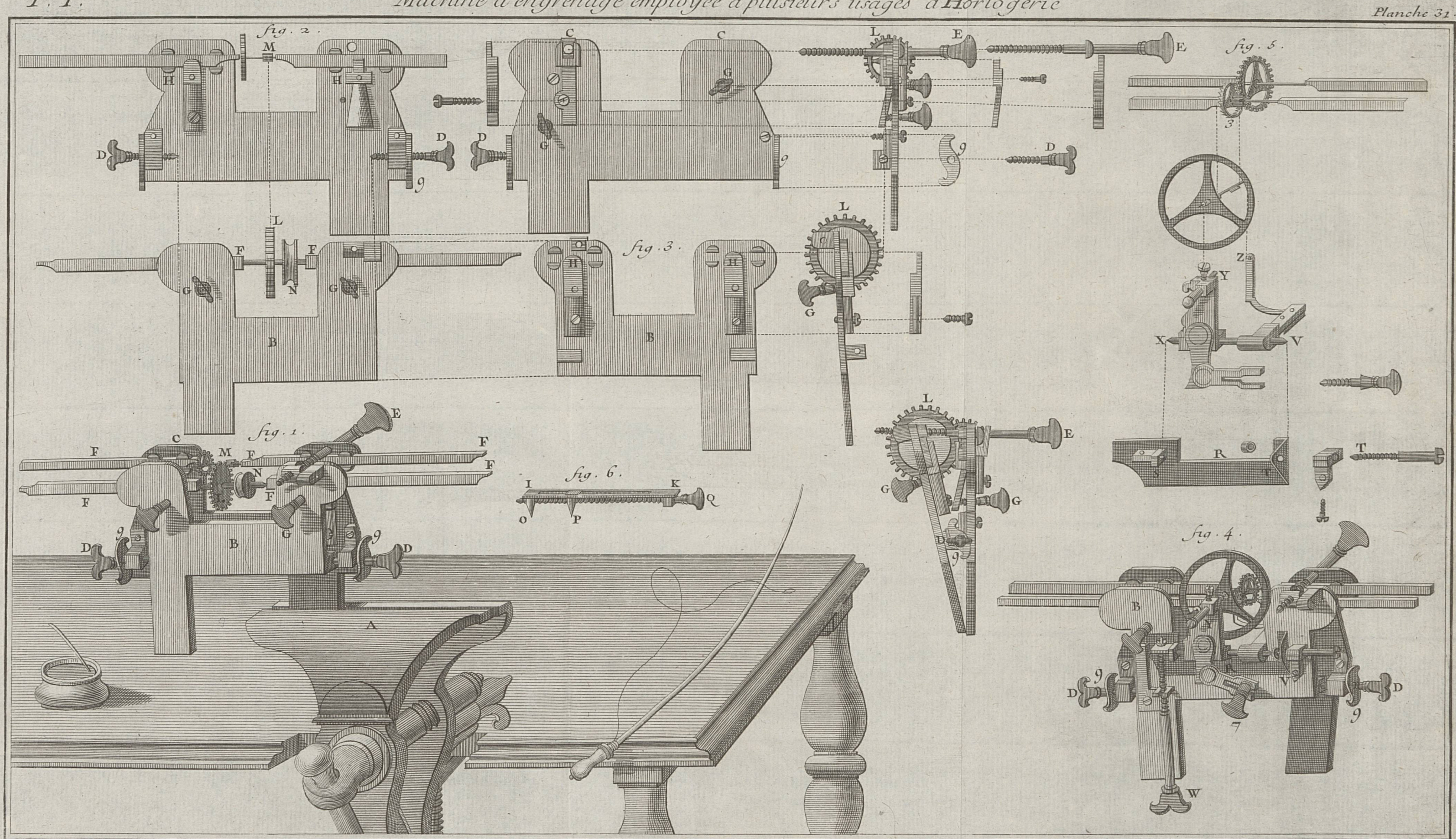
Dheulland Sculp.


fig. 2.
fig. 2*
fig. 3.
fig. 4.
fig. 5.
Dheulland Sculp.

Machine pour L'angle et la Longueur des Palettes d'un Balancier.



Machine à engrenage employée à plusieurs usages d'Horlogerie



Dheulland Sculp.

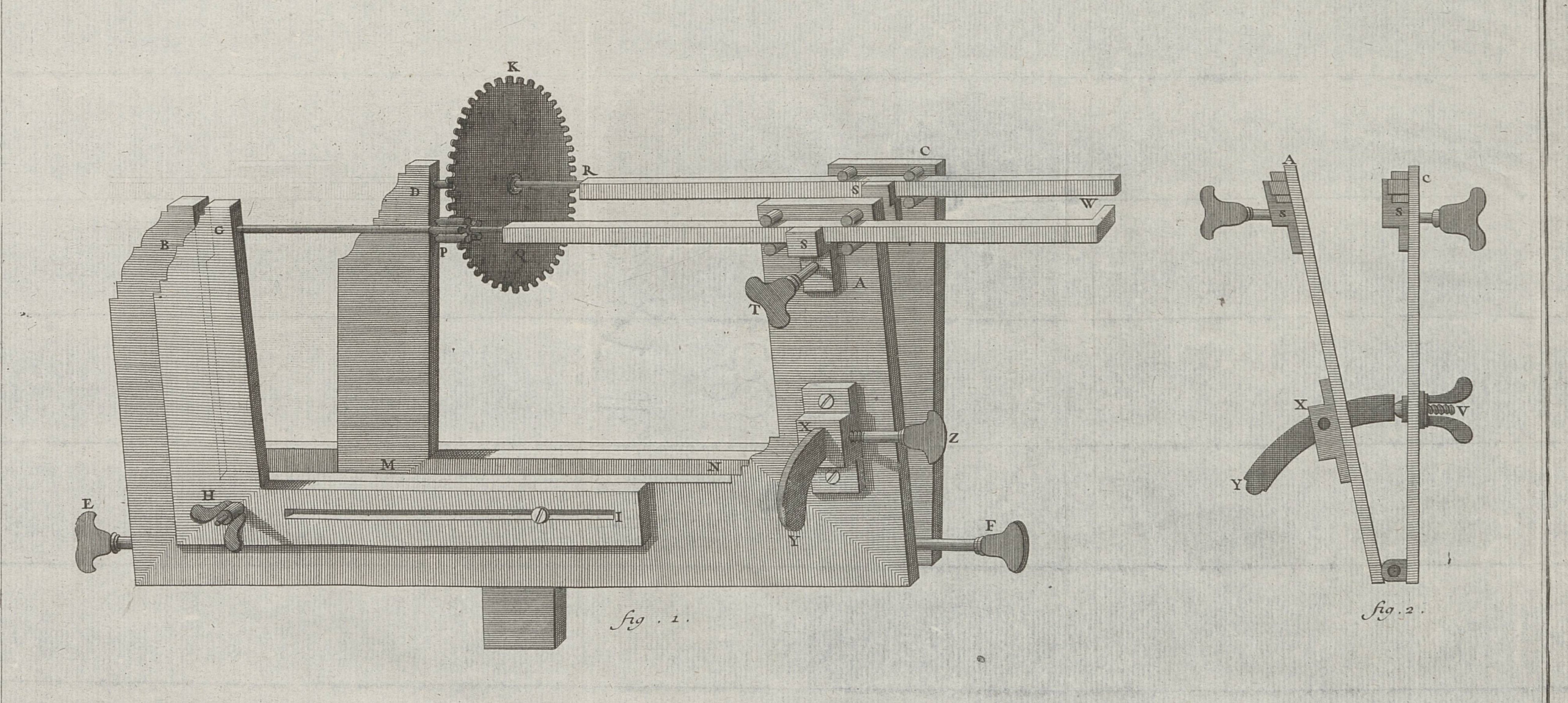
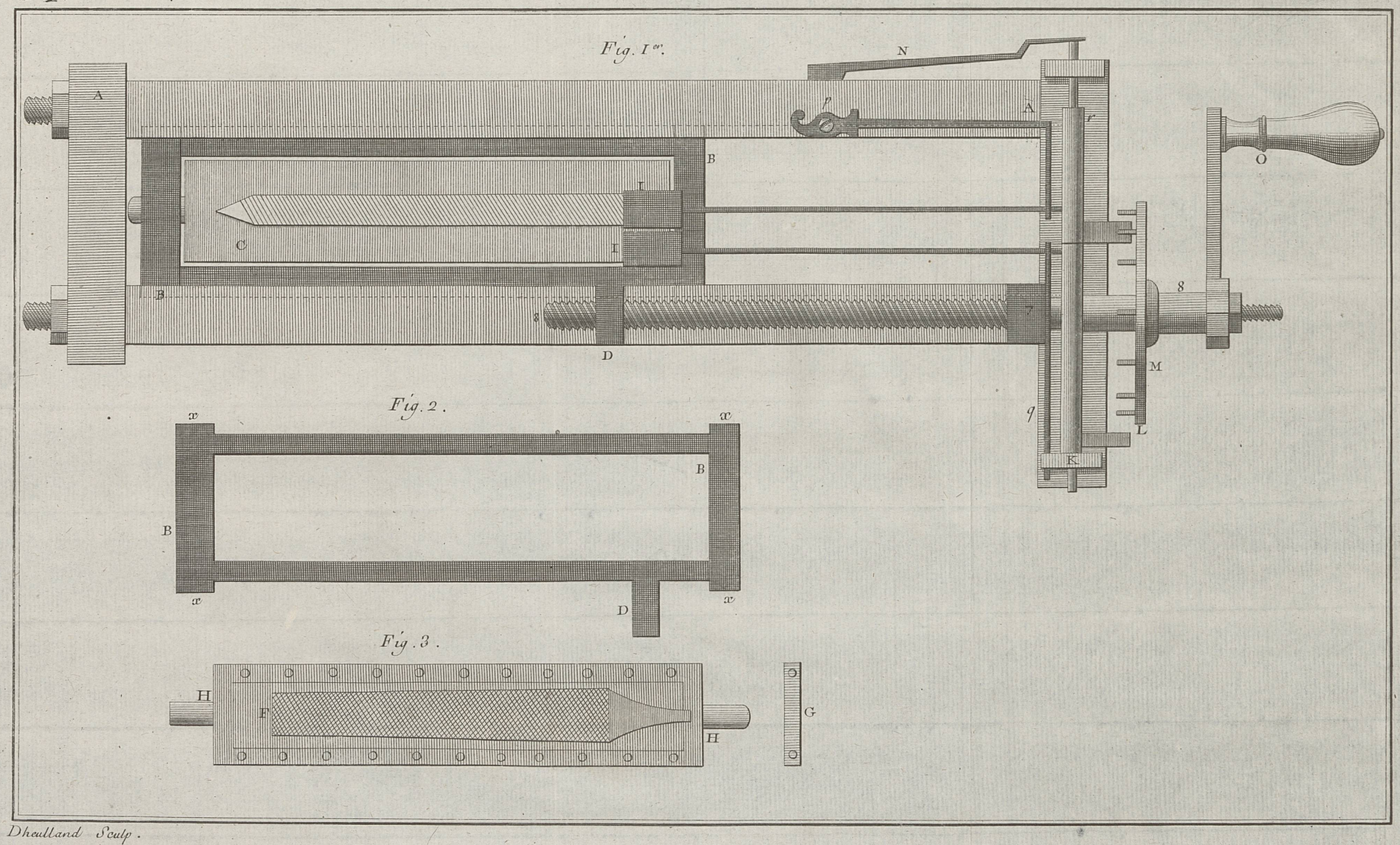


fig. 1.

fig. 2.

Dheulland Sculp

Machine a Tailler les Limes par Thiout l'ainé.

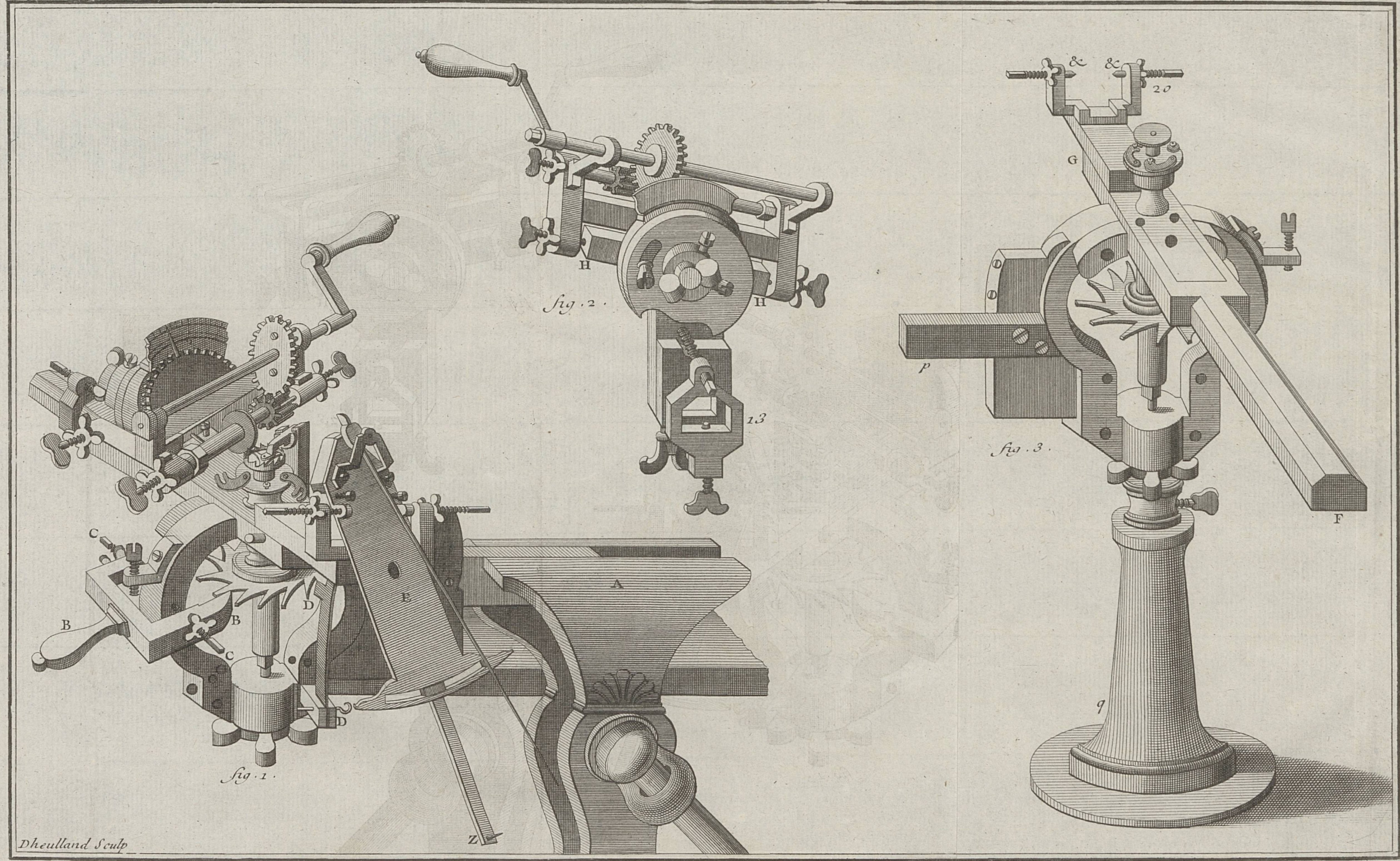


Dheulland Sculp.

Profil de la Machine à tailler des Limes, Par Thiout l'ainé.

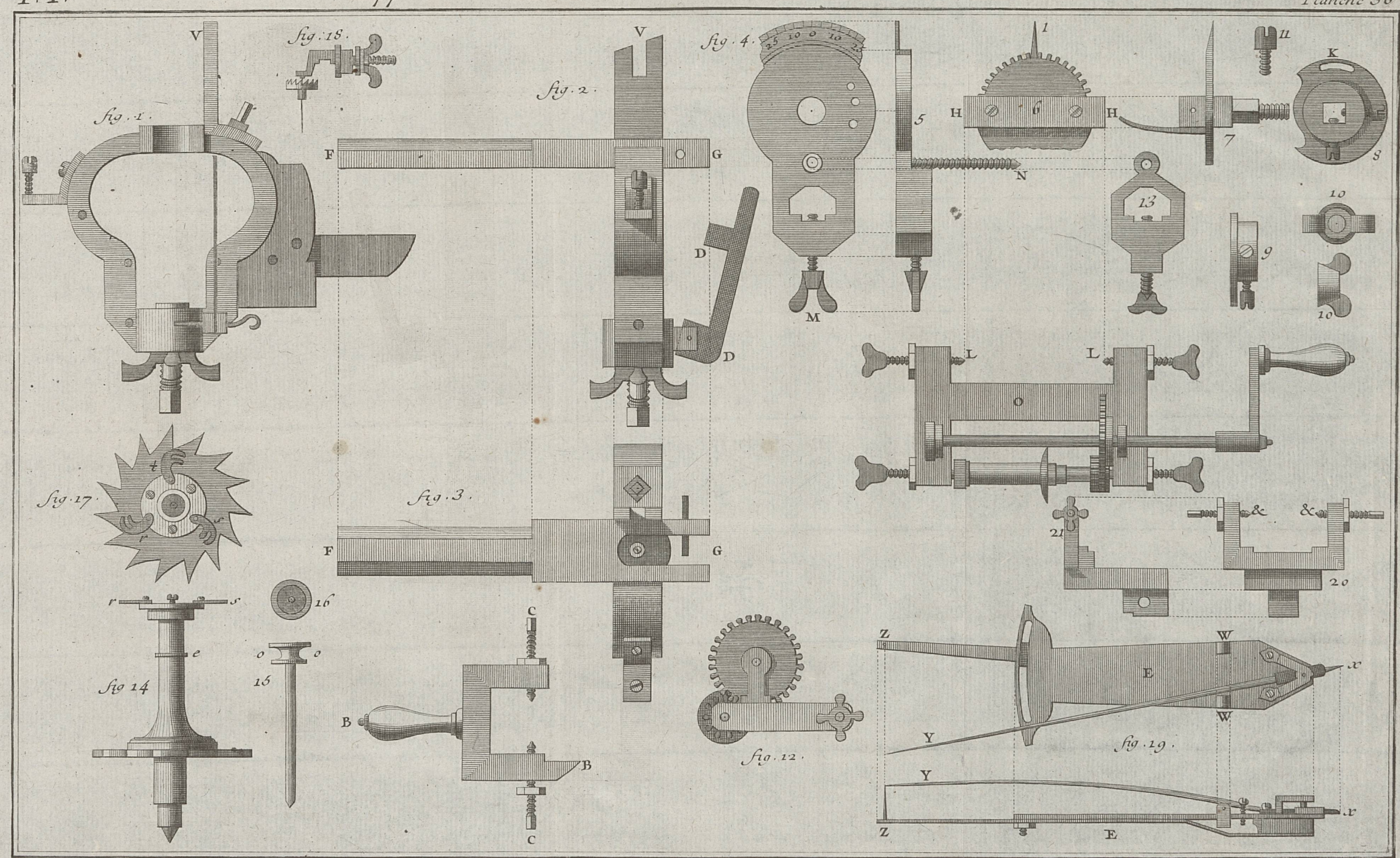
Dheulland Sculp.

Machine a tailler les Roues de Rencontre par Pierre Fardoil.



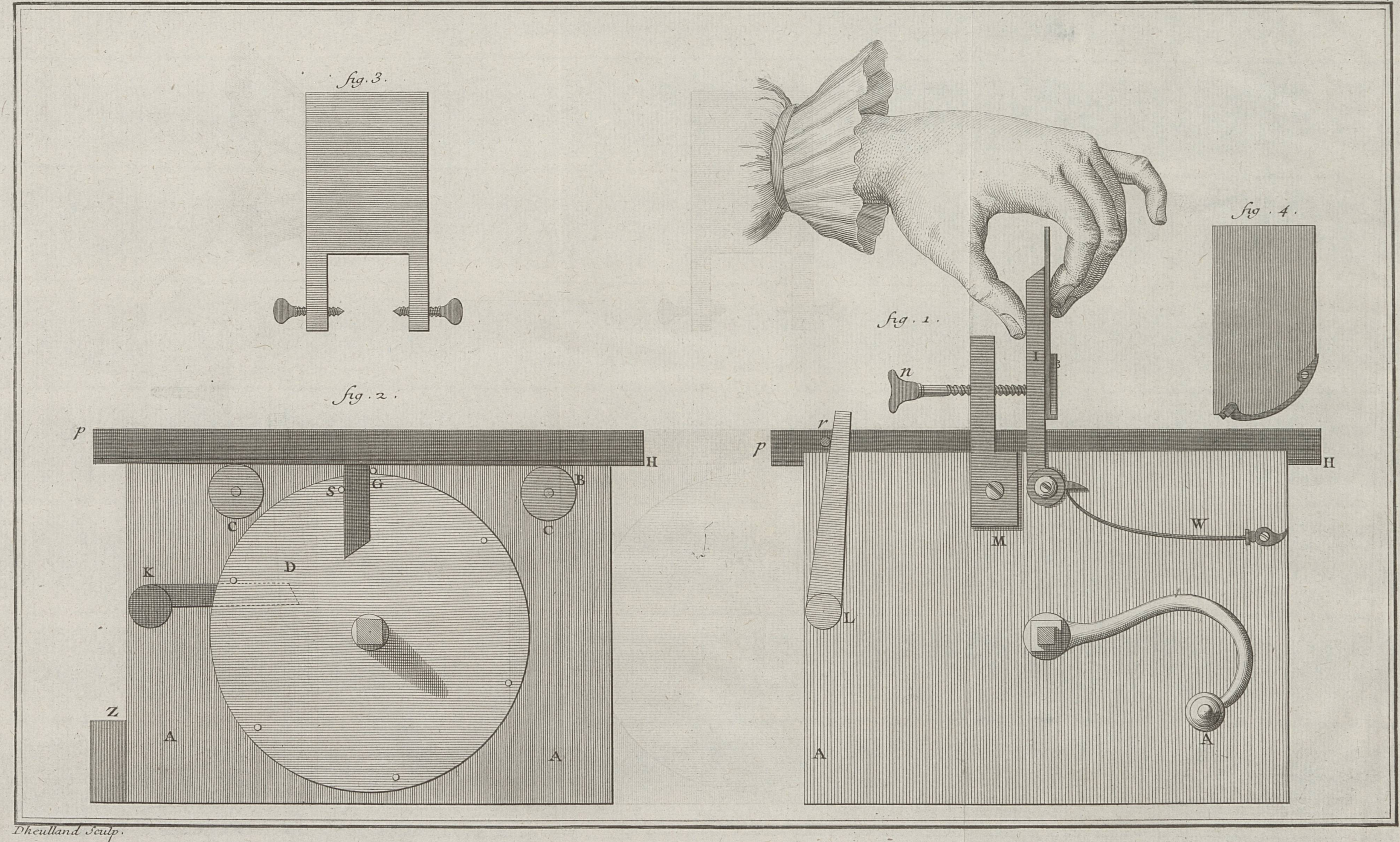
Dheulland Sculp.

Développement de la Machine à tailler des Roues de Rencontre.

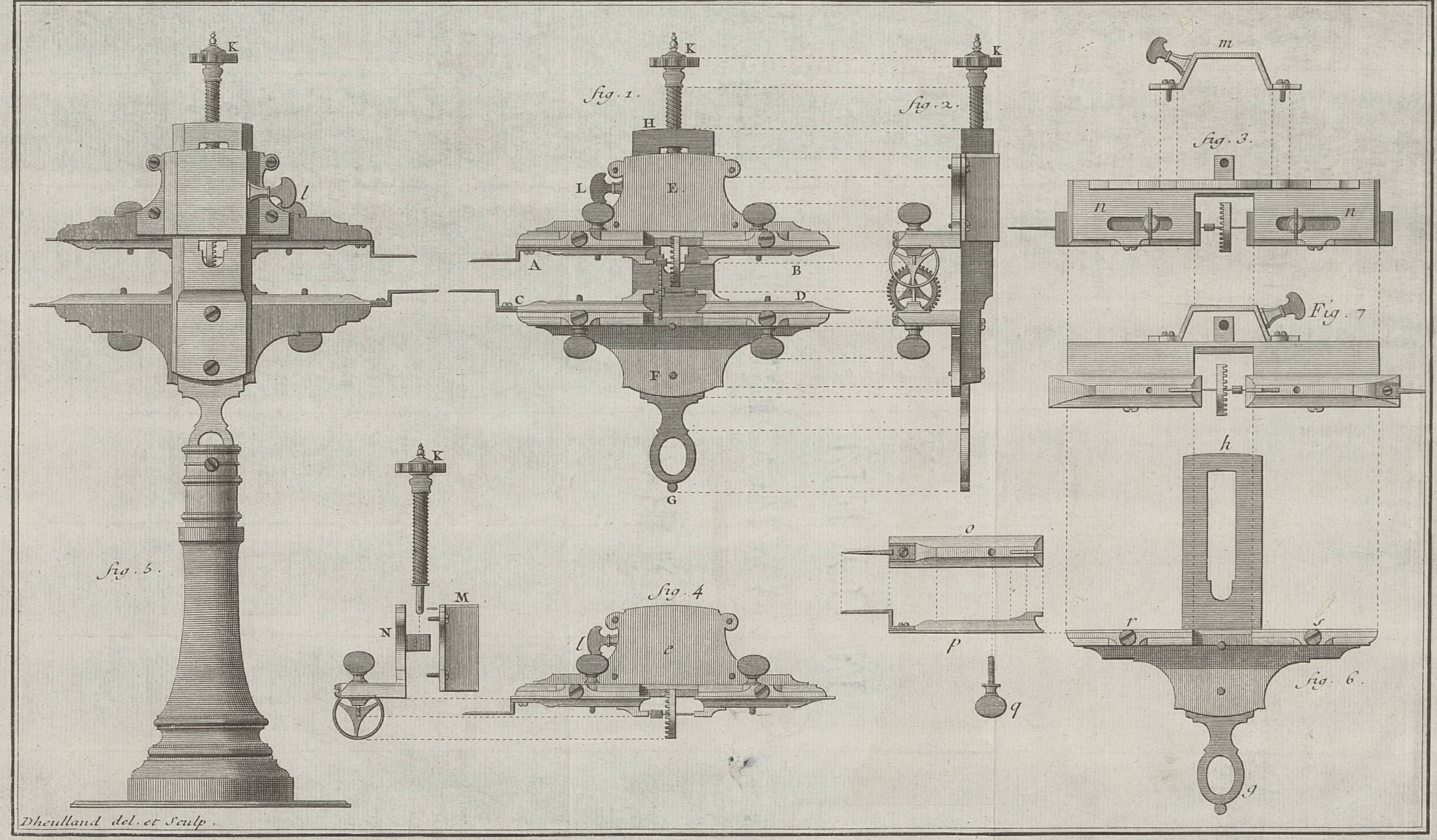


Dheulland Sculp.

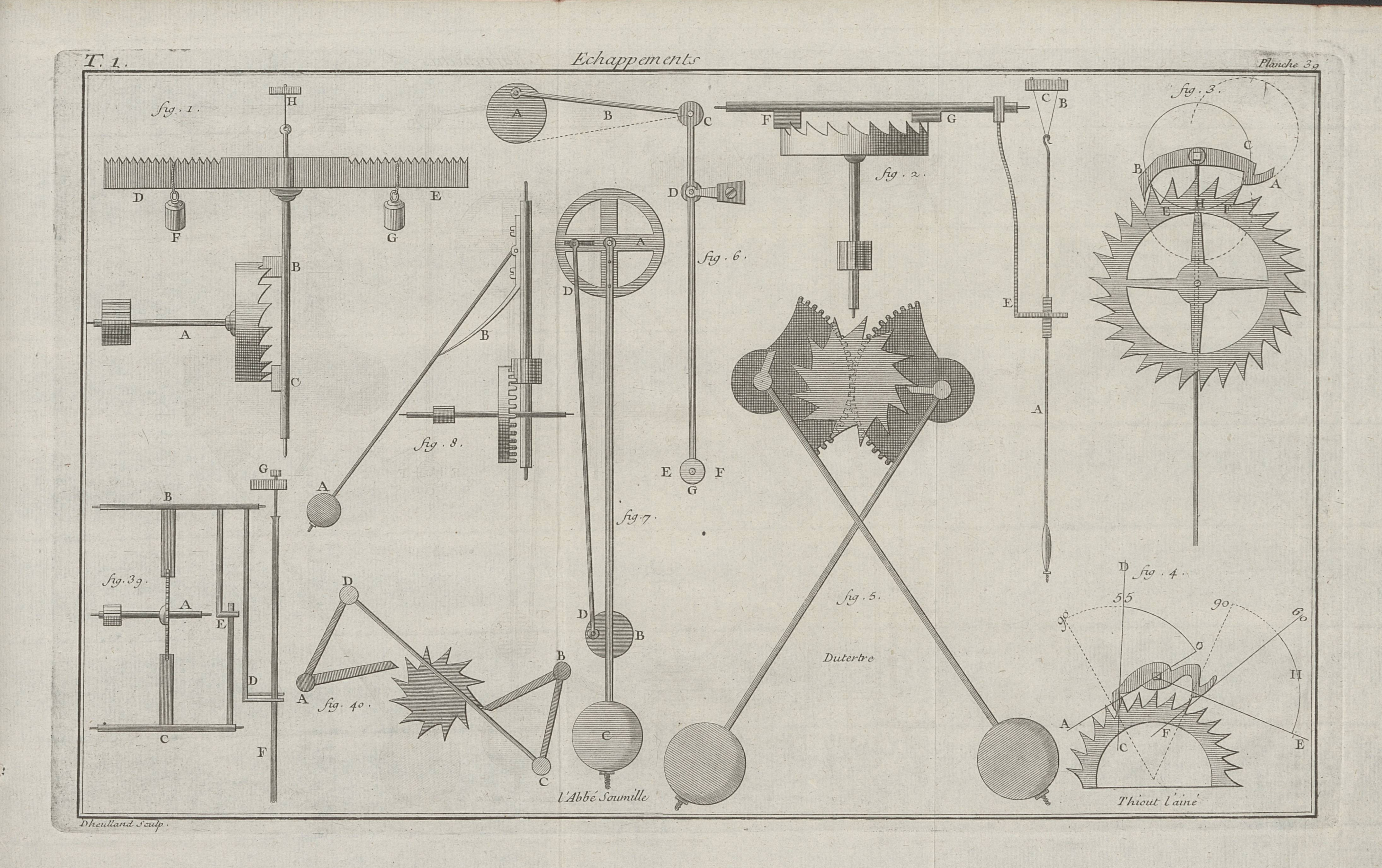
Machine pour Polir les Reßorts des Cadrans par Thiout L'aisné



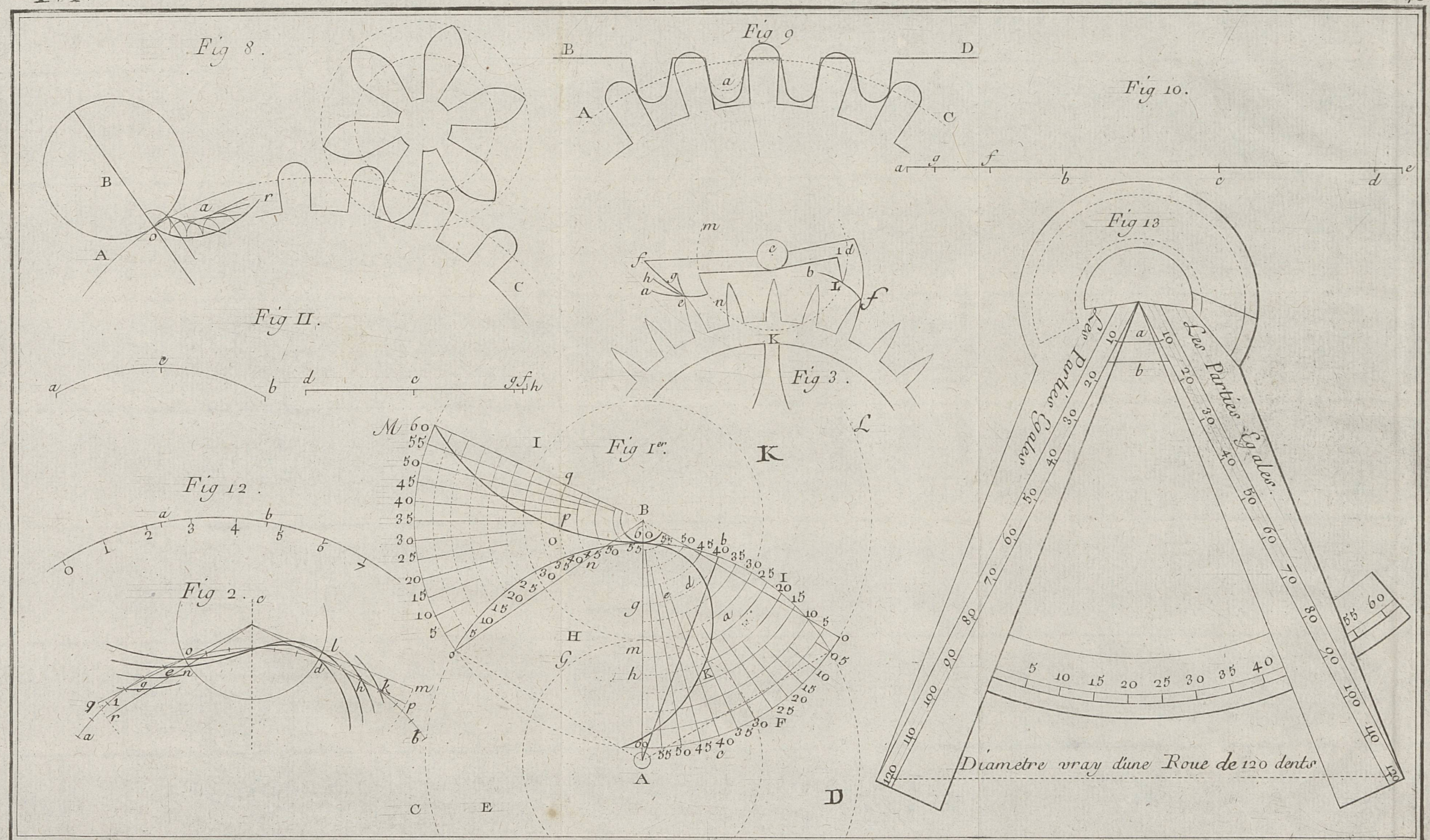
Machine pour les engrenages de Montres, par Mr L'abbé Dendelot



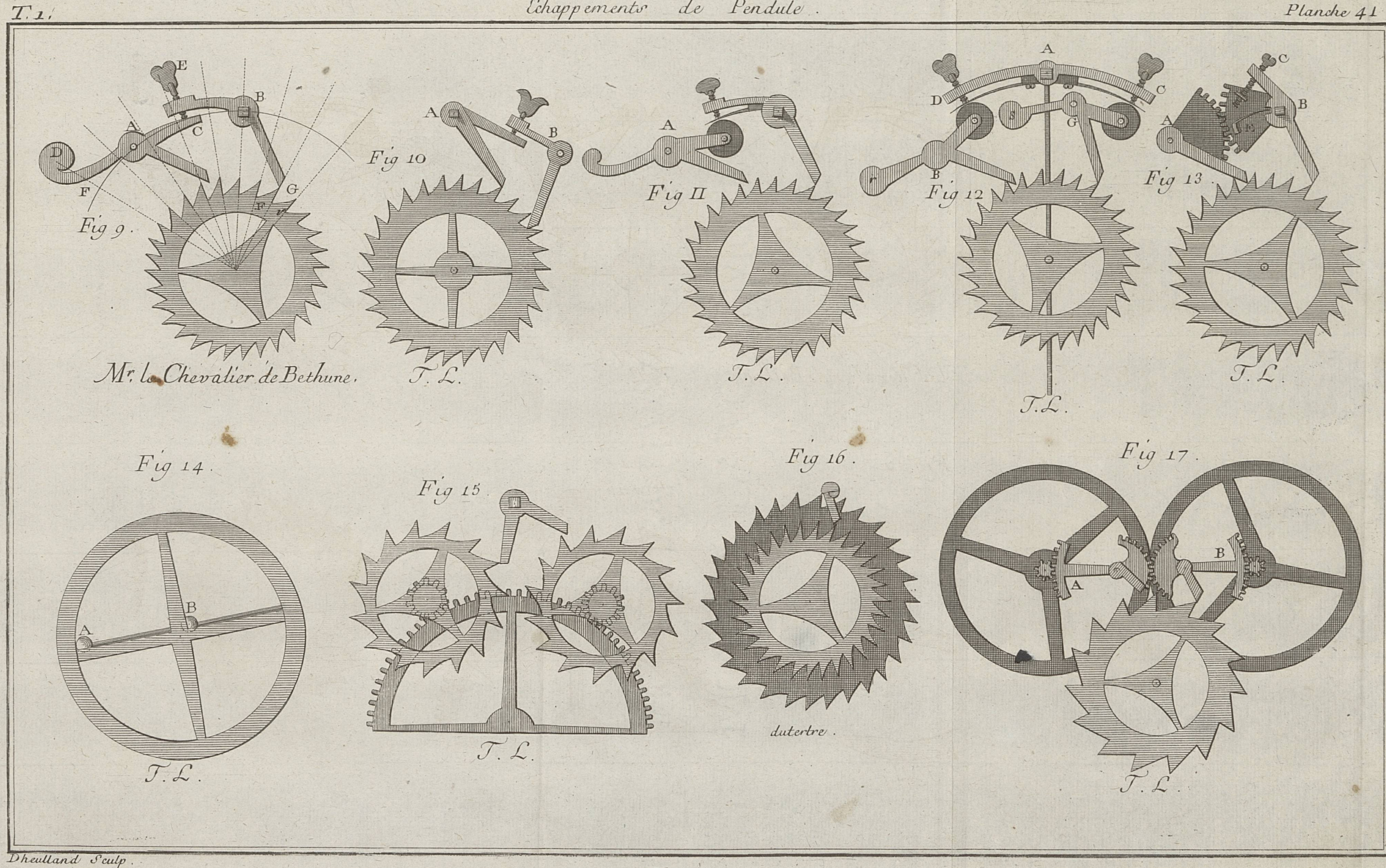
Dheulland del. et Sculp.



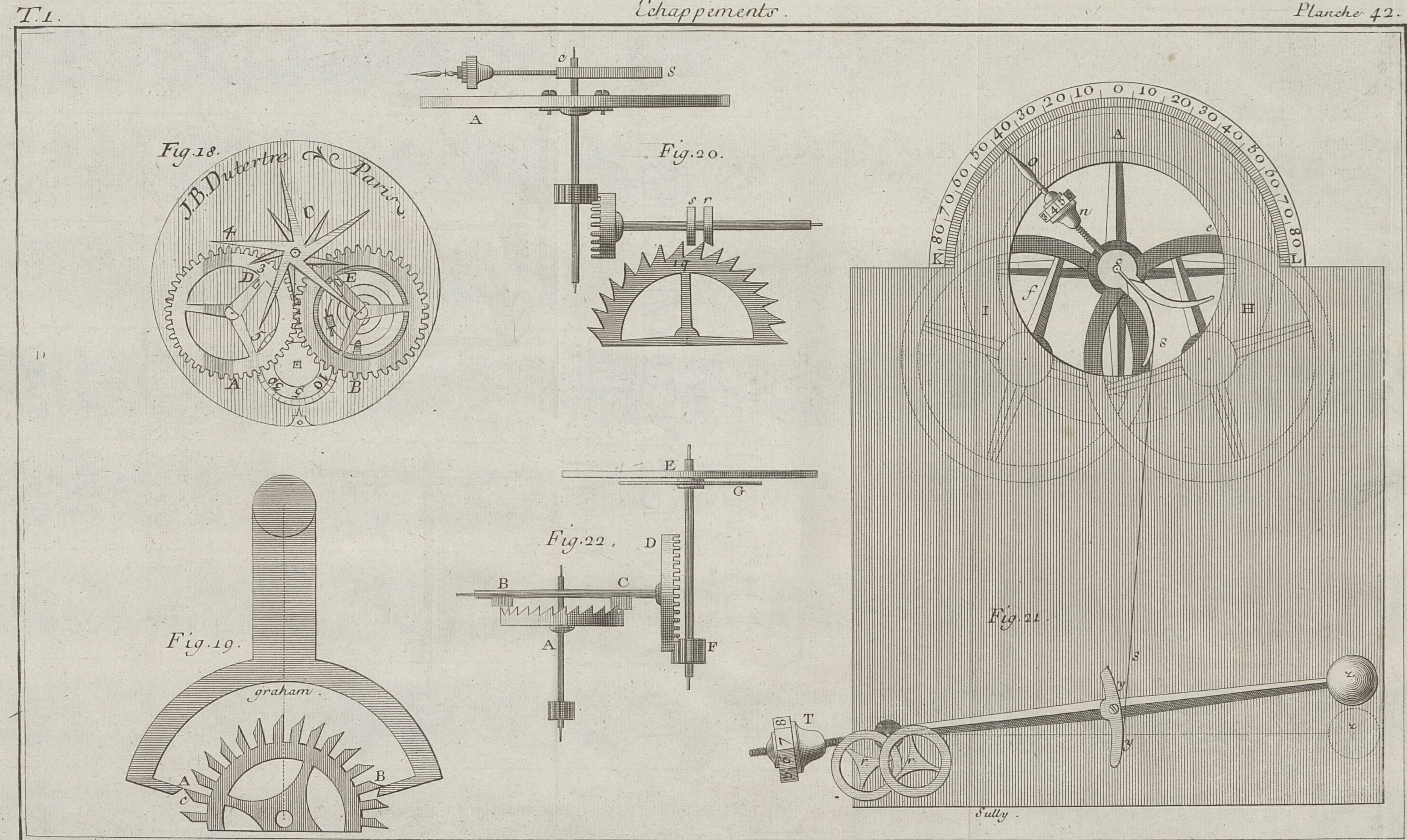
Dheulland Sculp.



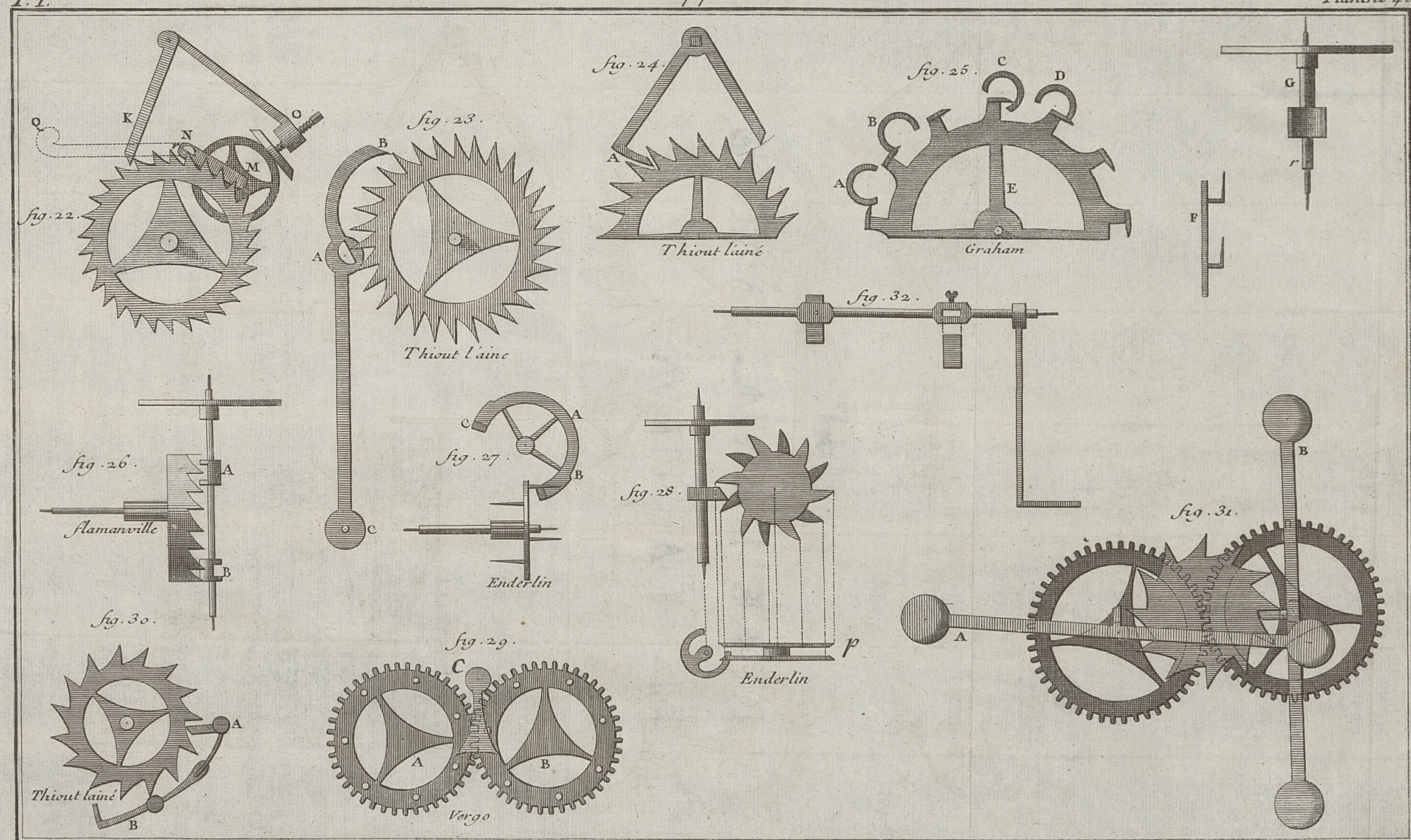
Dheulland Sculp



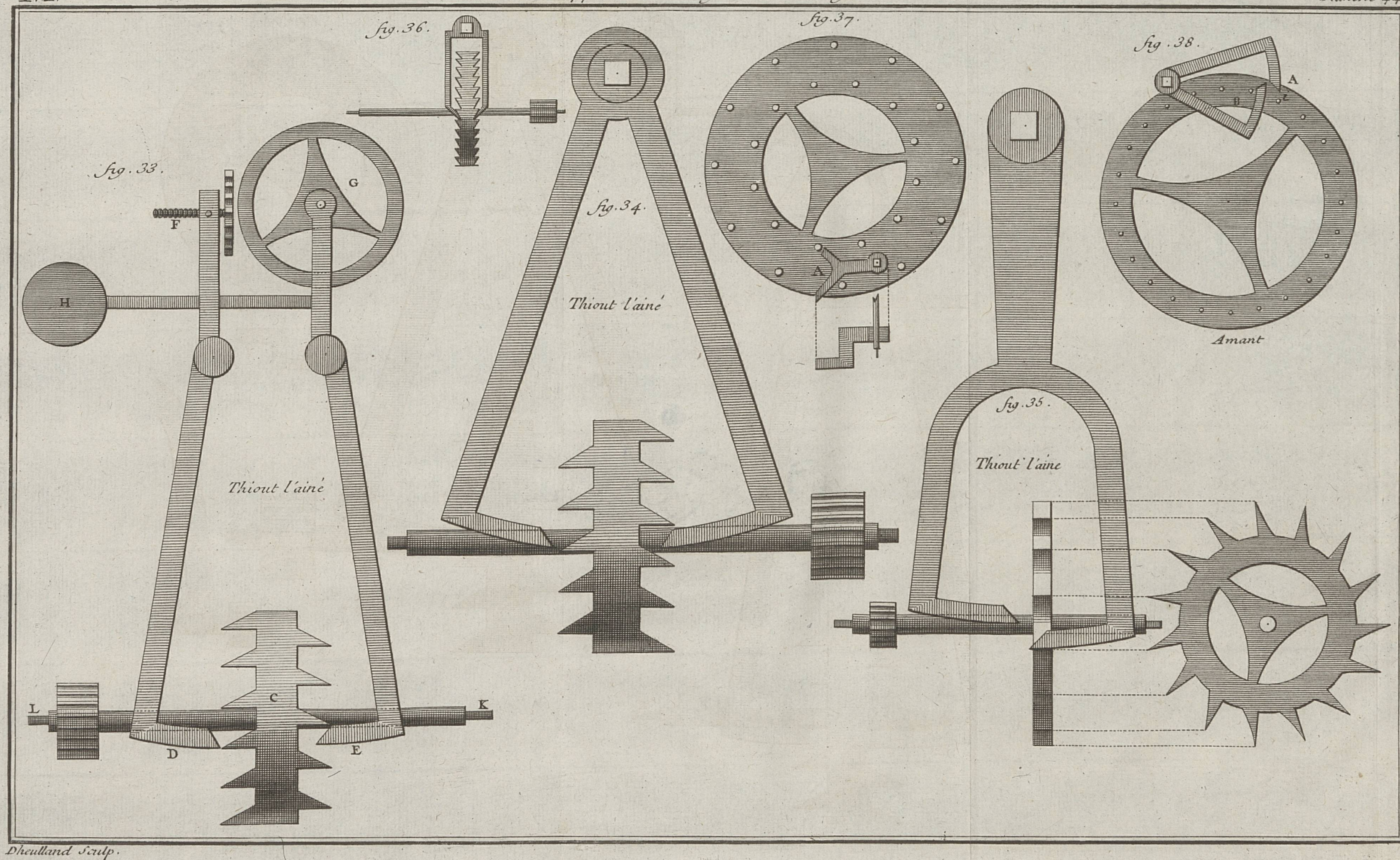
Dheulland Sculp.



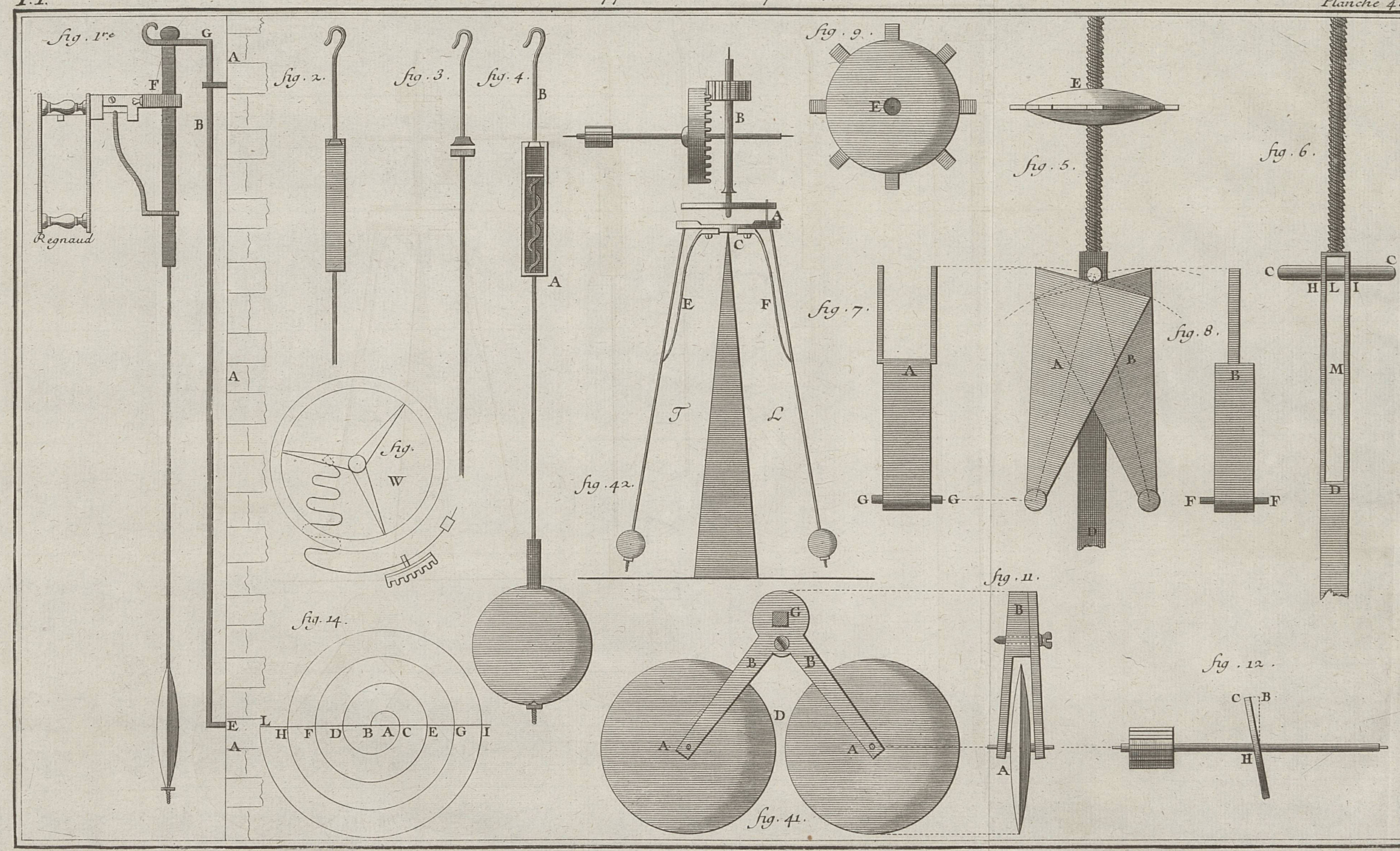
Dheulland Sculp



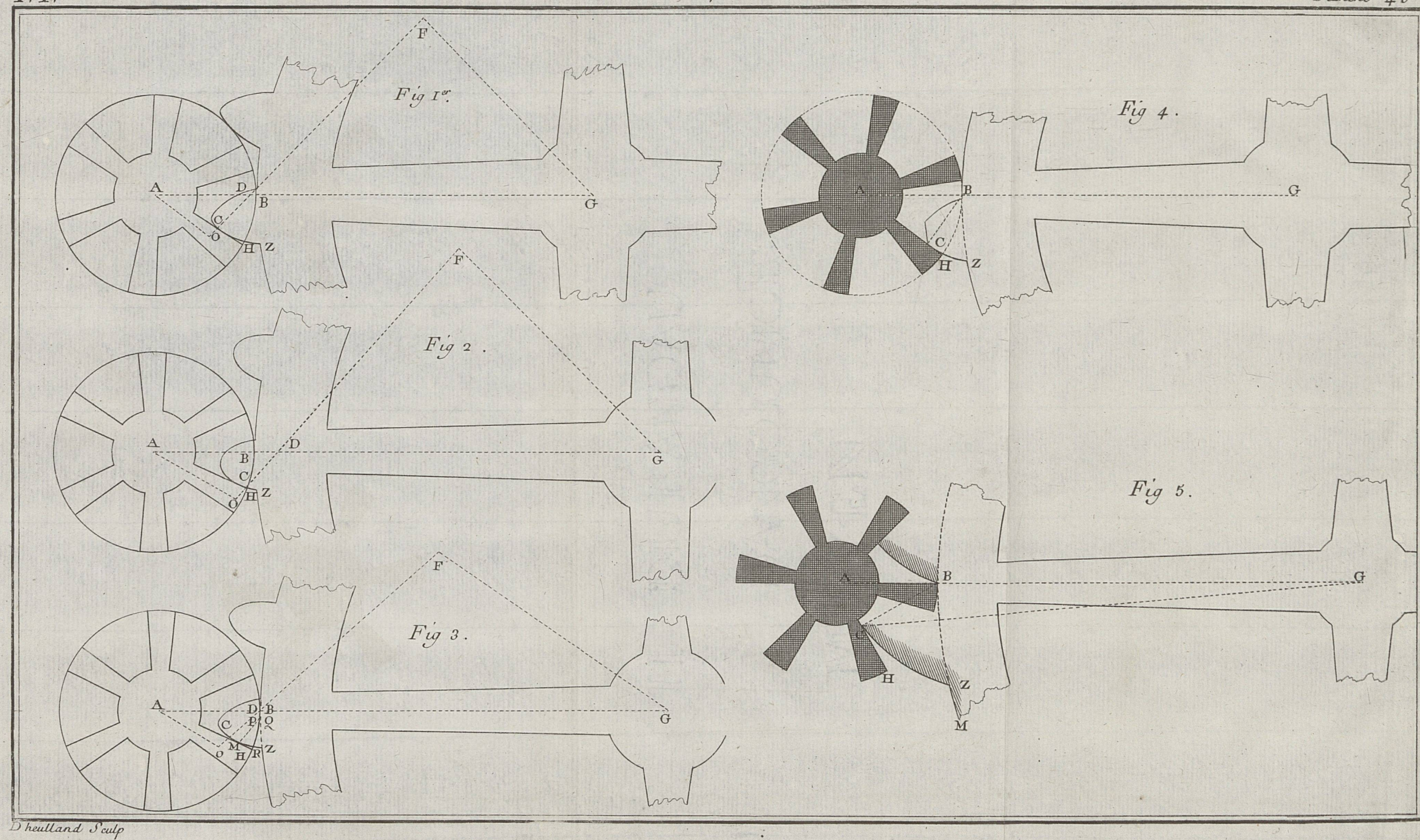
Dheulland Sculp



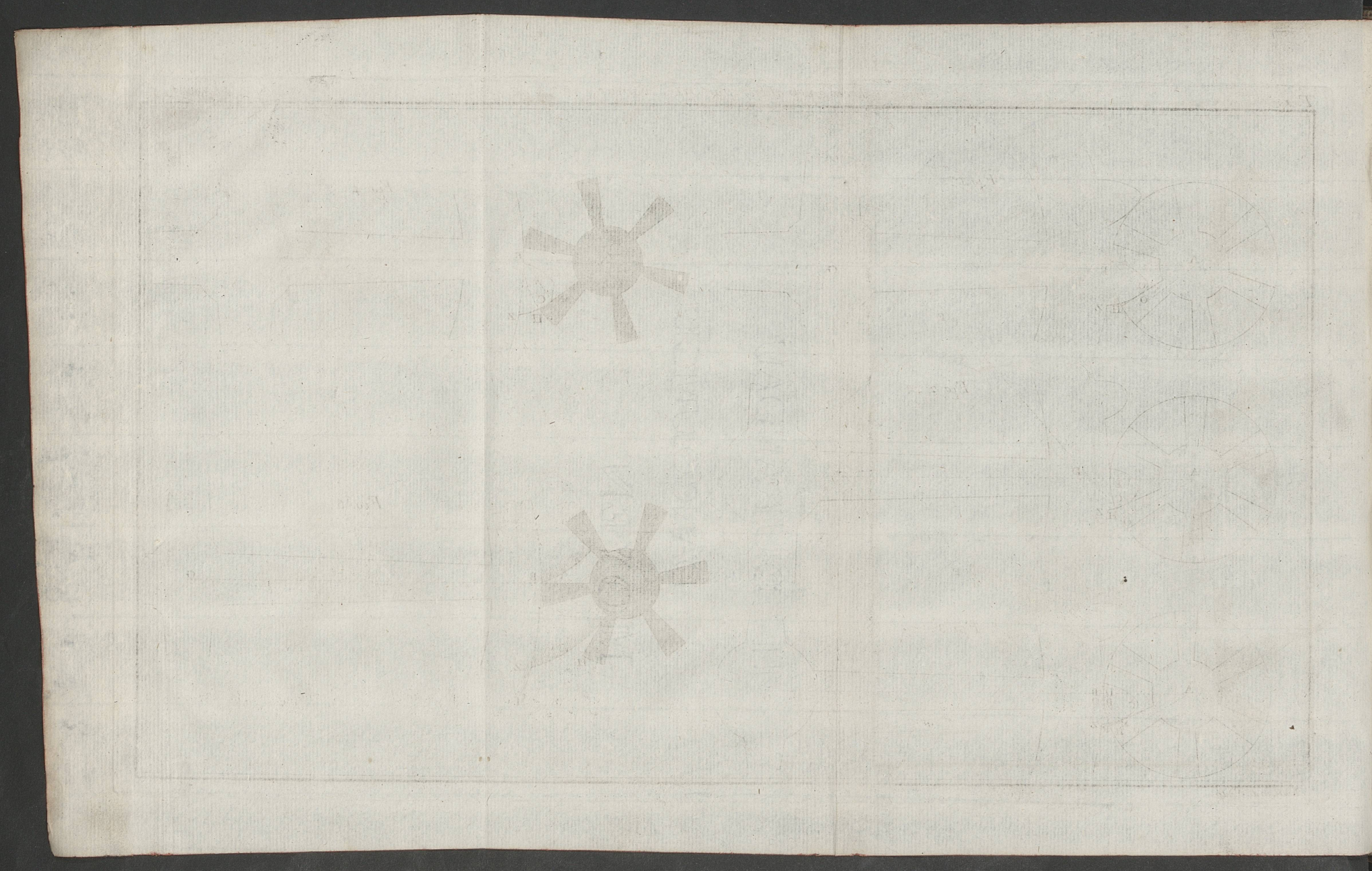
Dheulland Sculp.

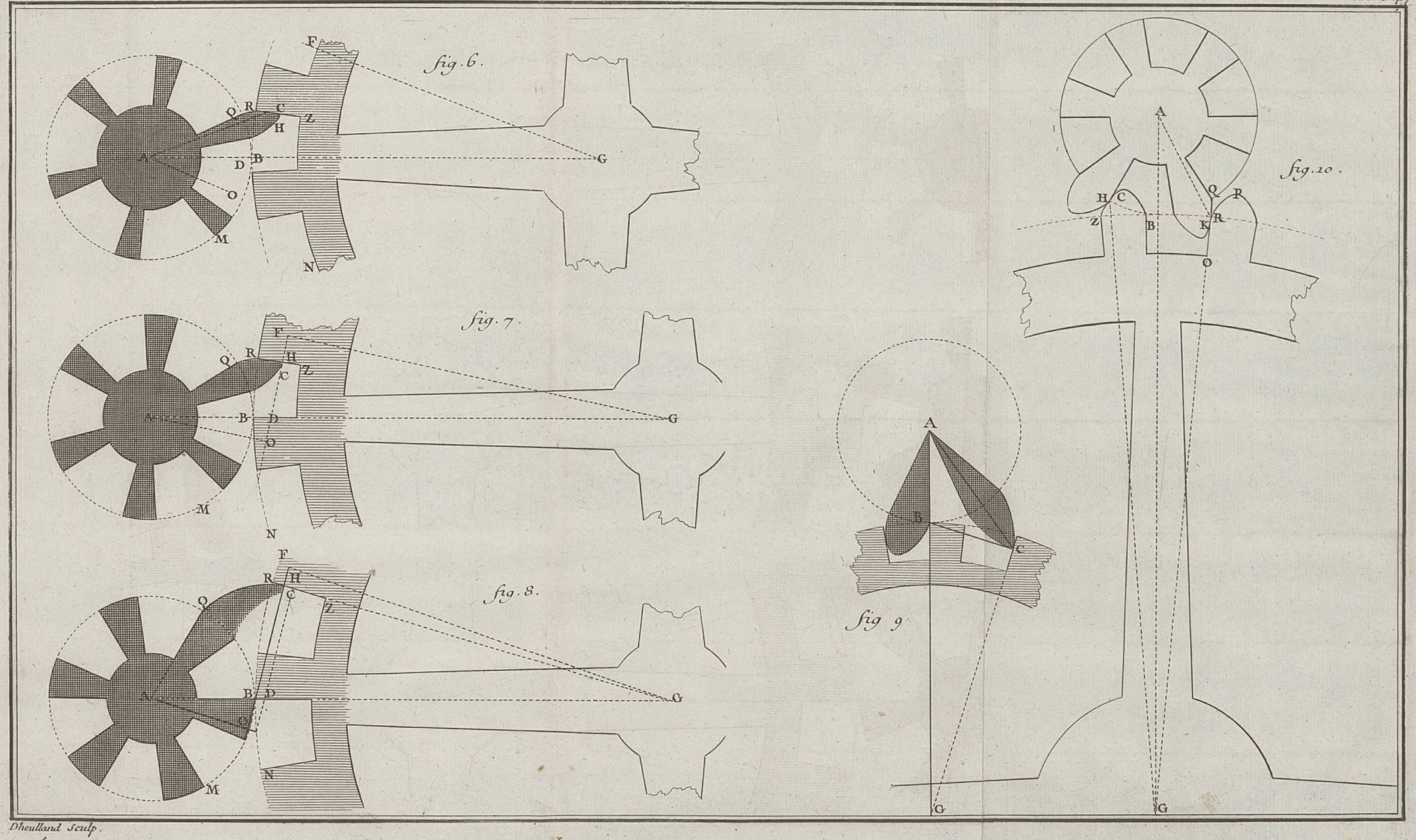


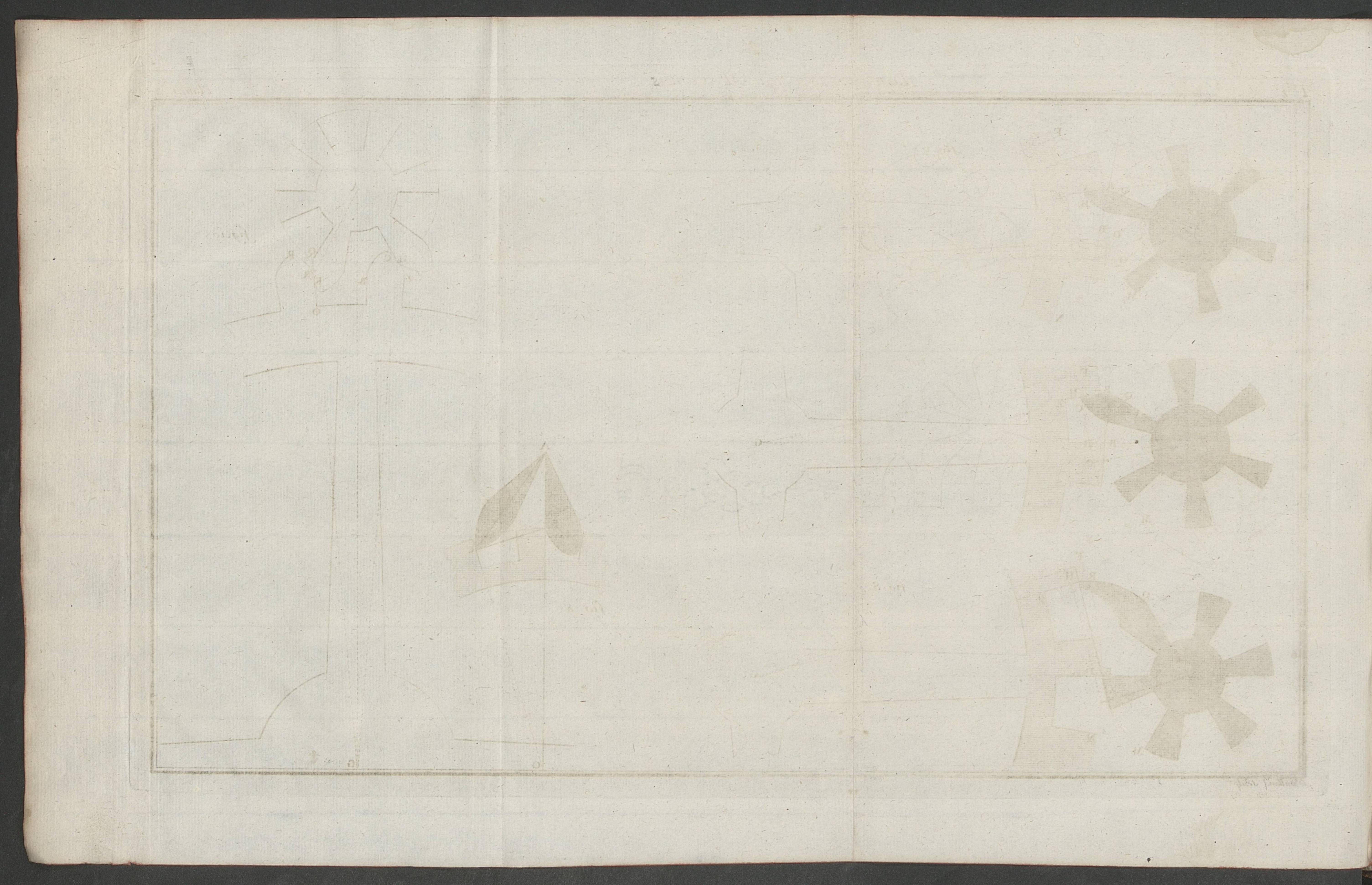
Dheulland Sculp



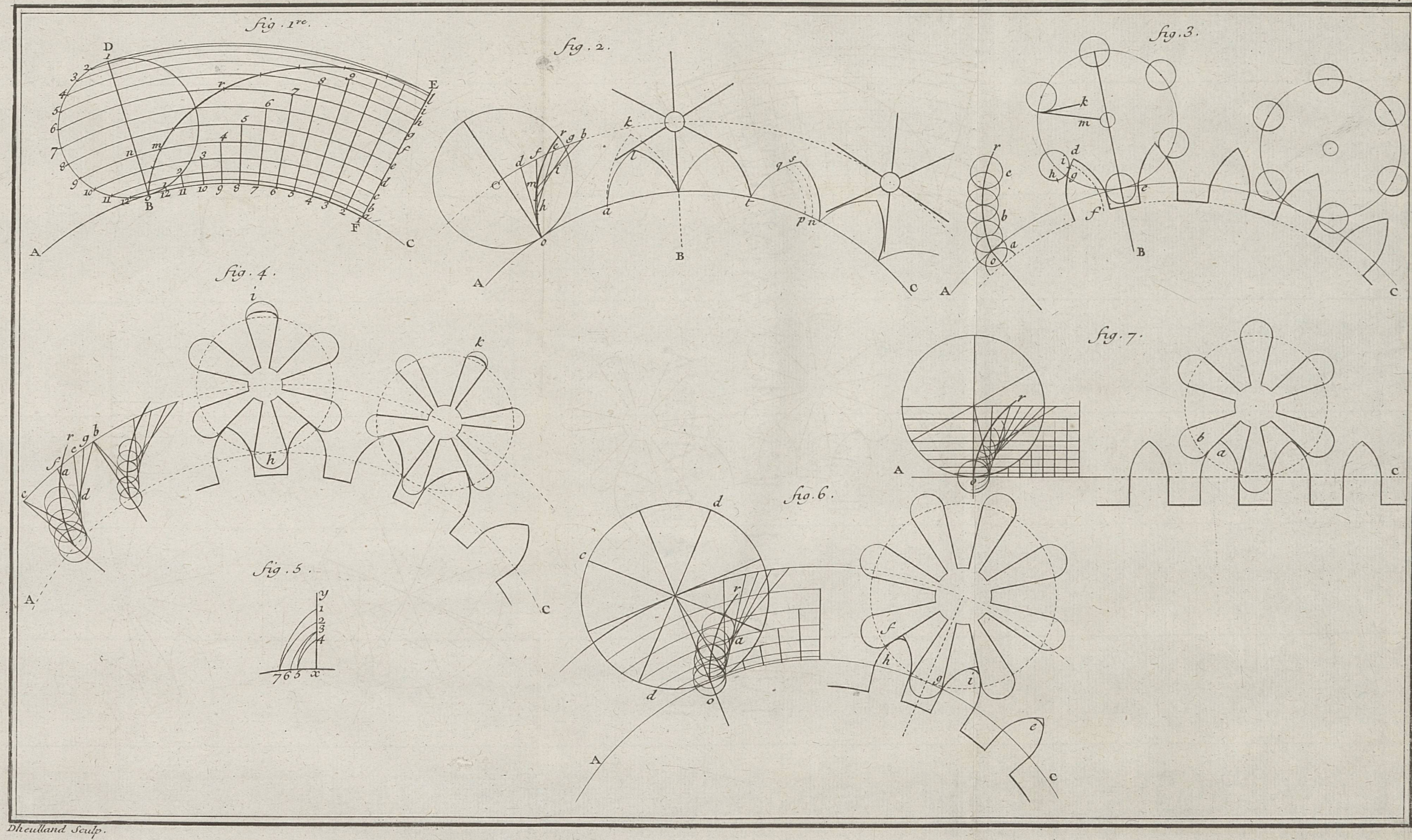
Dheulland Sculp



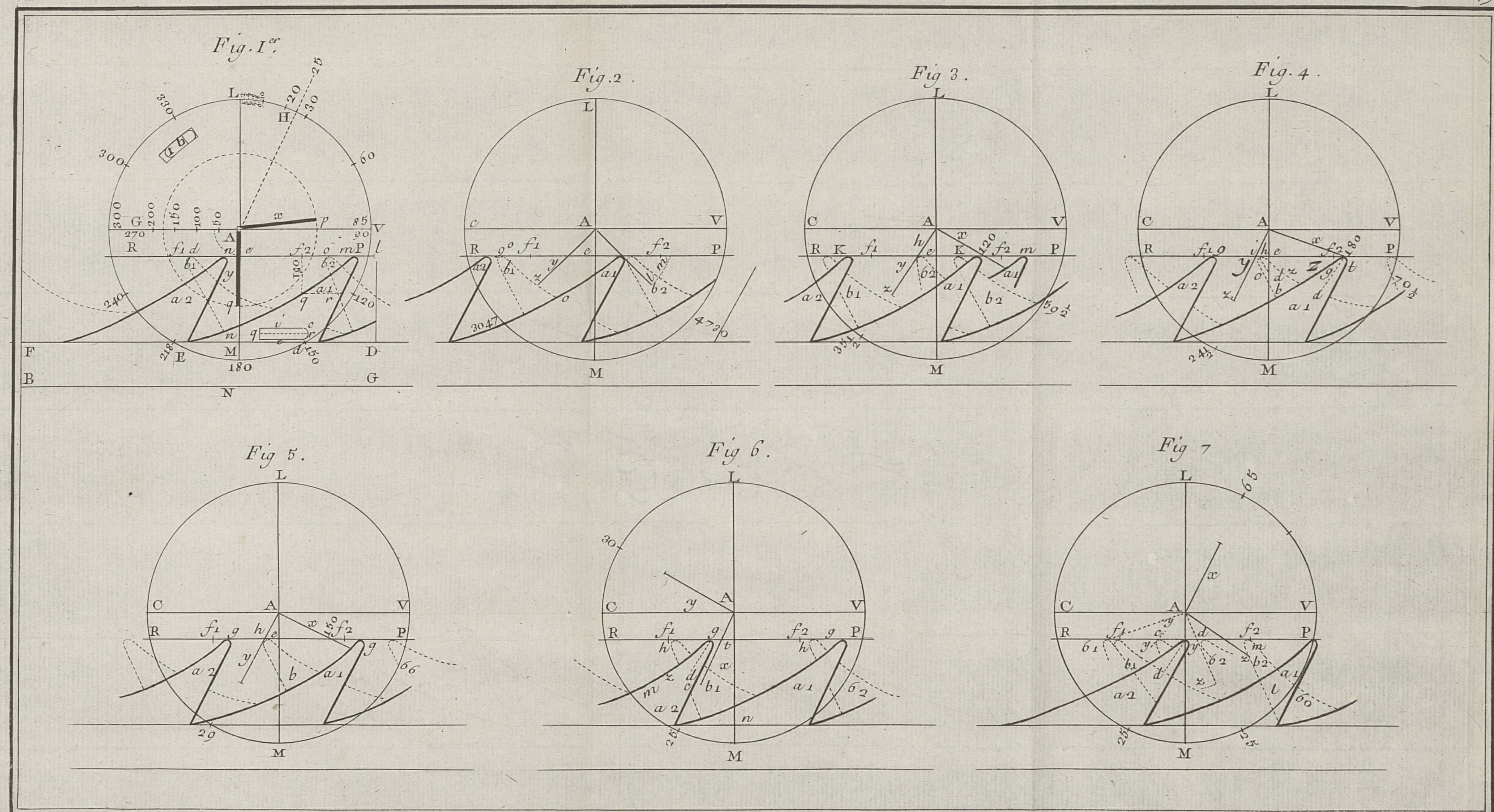

fig. 6.
F
Q R C
H
Z
A
D B
G
O
M
N
fig. 7.
F
Q R H
C Z
A B D
G
O
M
N
fig. 8.
F
R H
C
Q
Z
A B D
G
O
M
N
fig 9
A
B
C
G
fig. 10.
A
H C
Q P
Z B K R
O
G



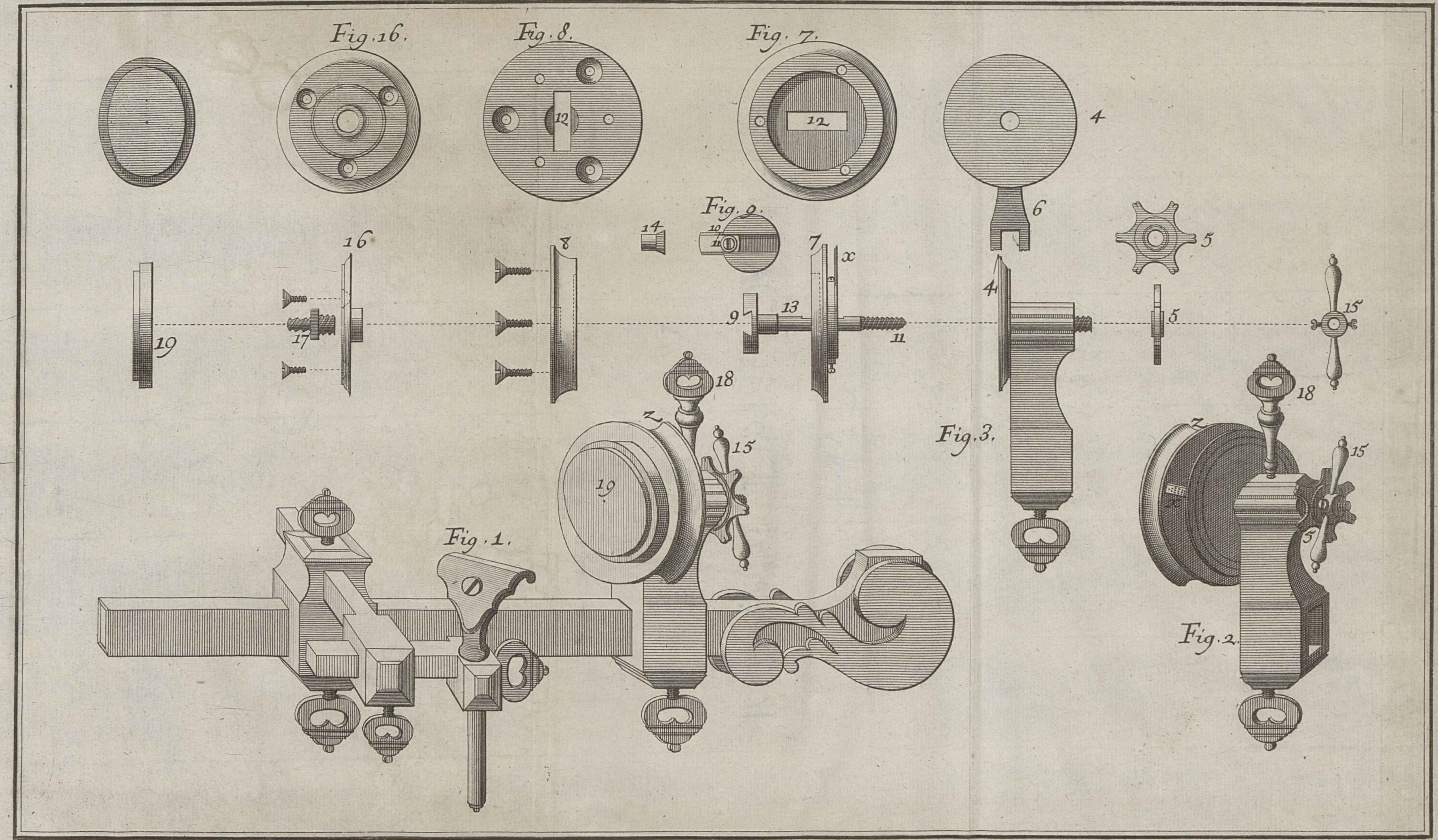
Demonstrations par le S.r Enderlin



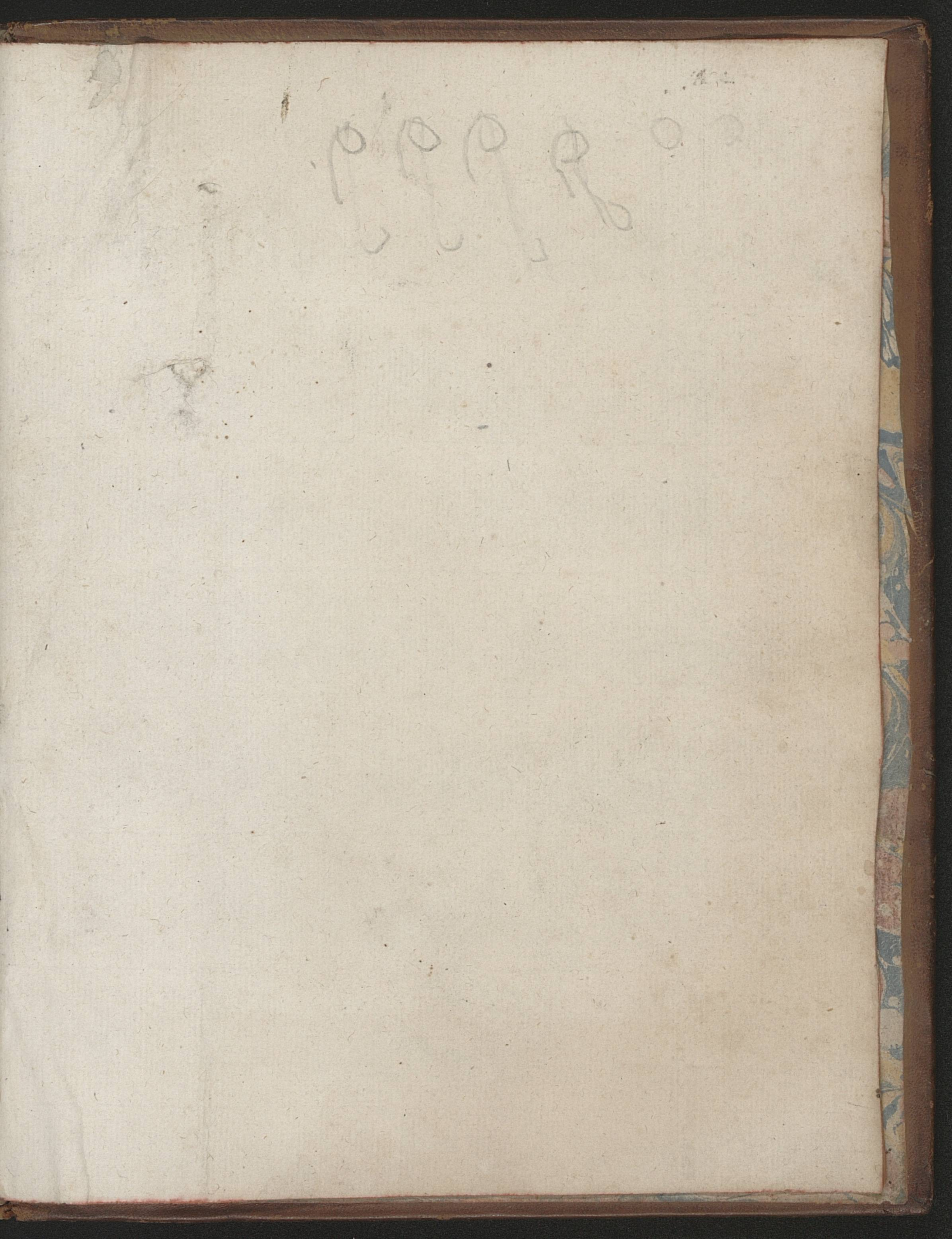
Dheulland Sculp.

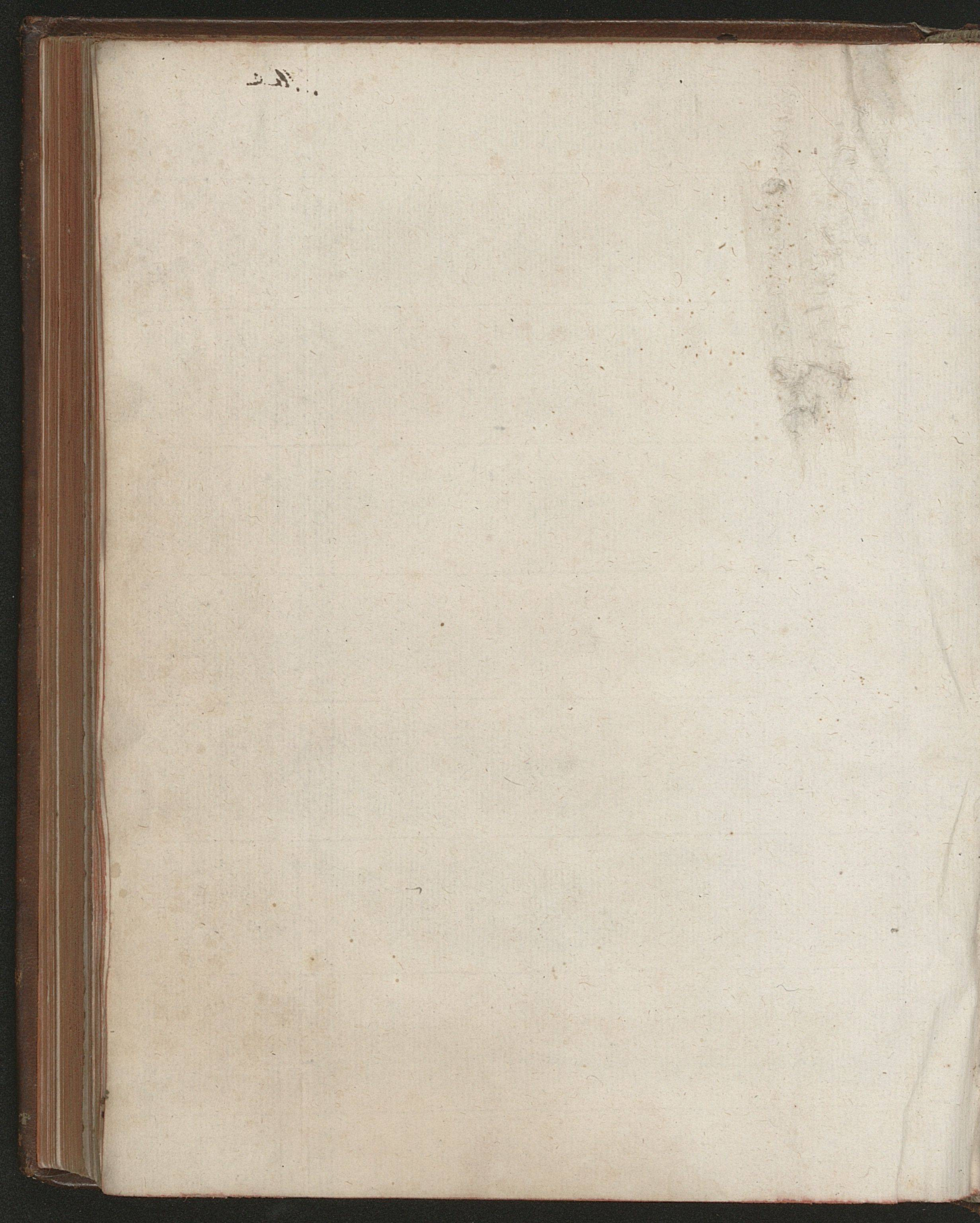


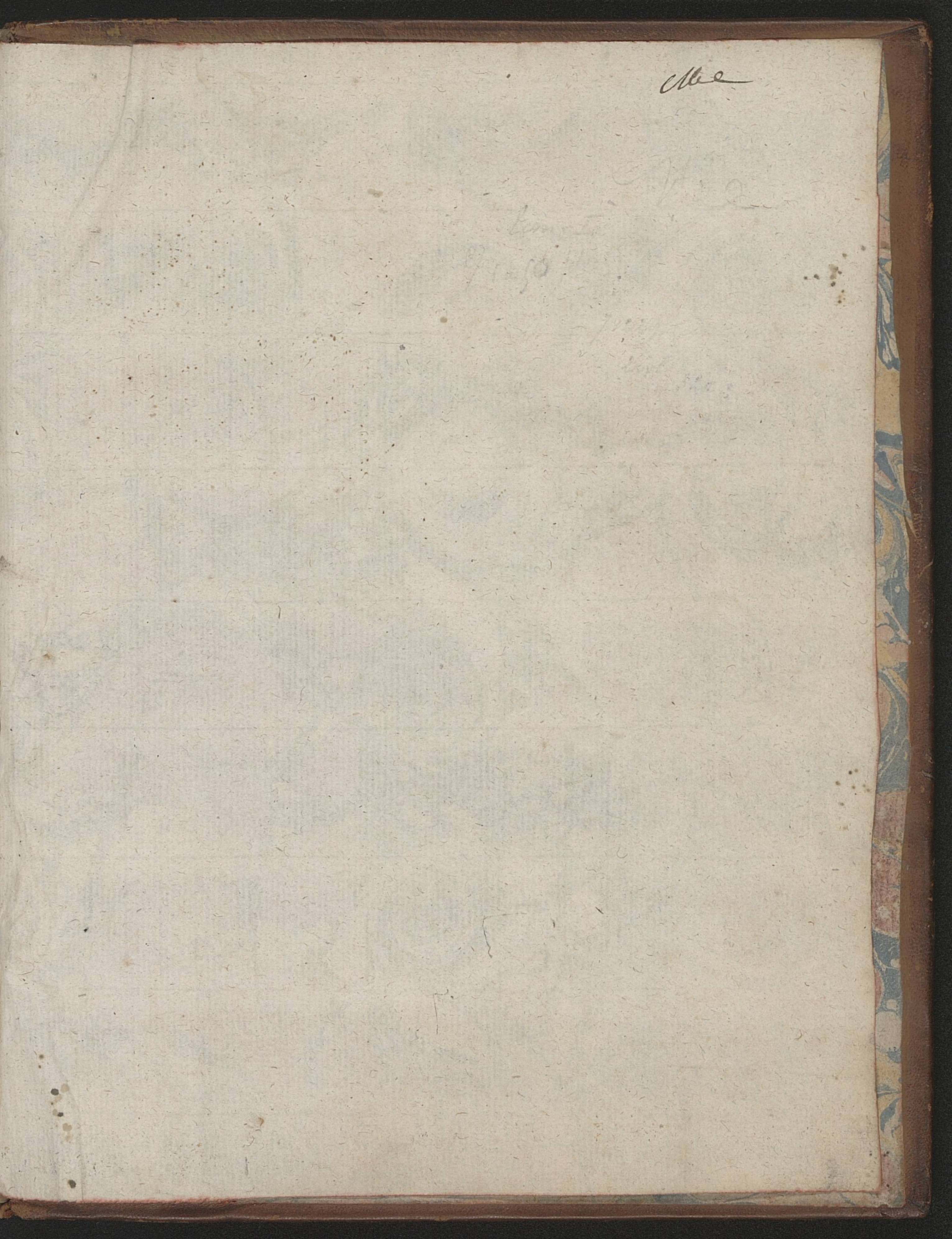
Dheulland Sculp.

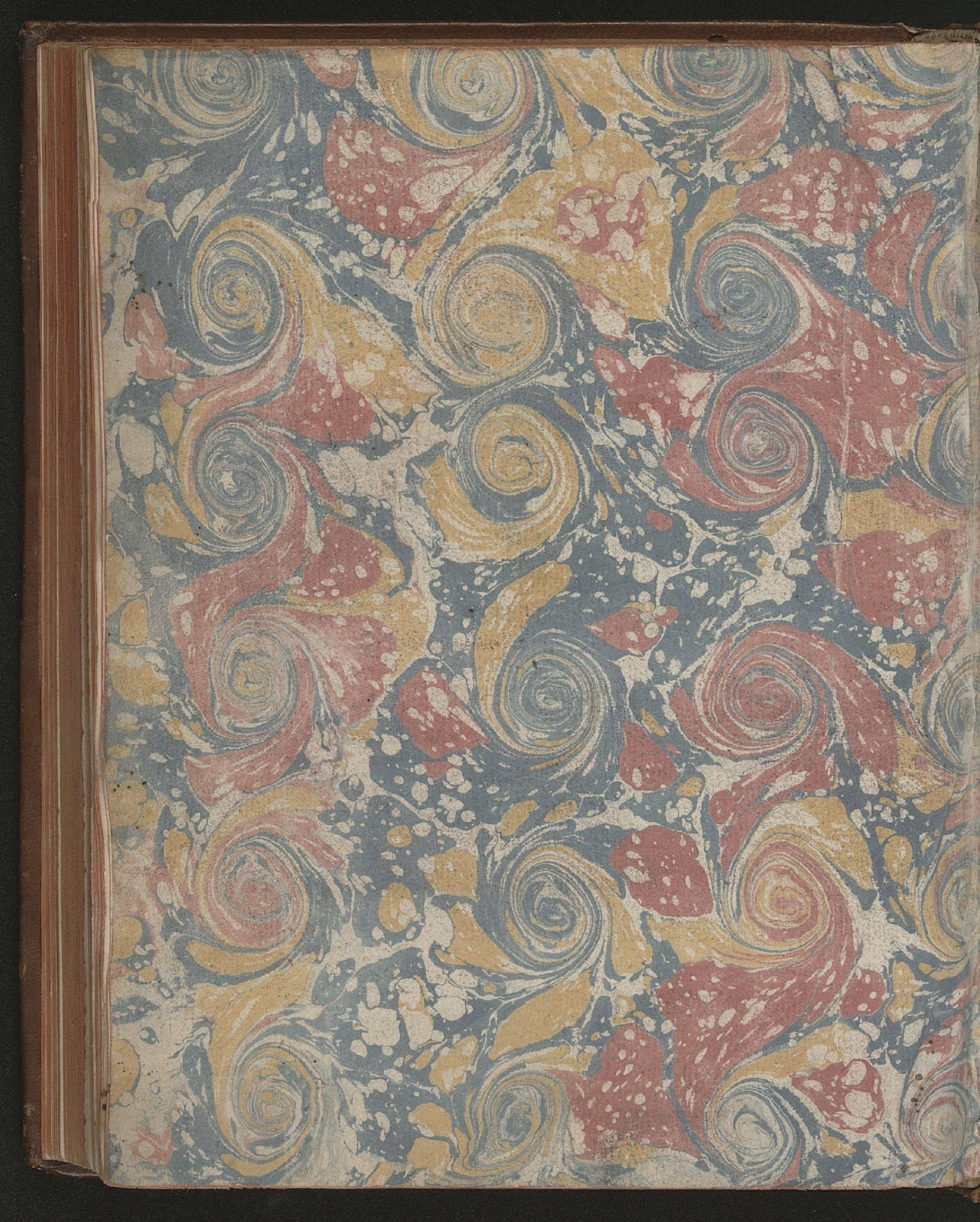


Toutes les Planches de ce Traité on été corigé, et augmanté par Antoine Gremoud.

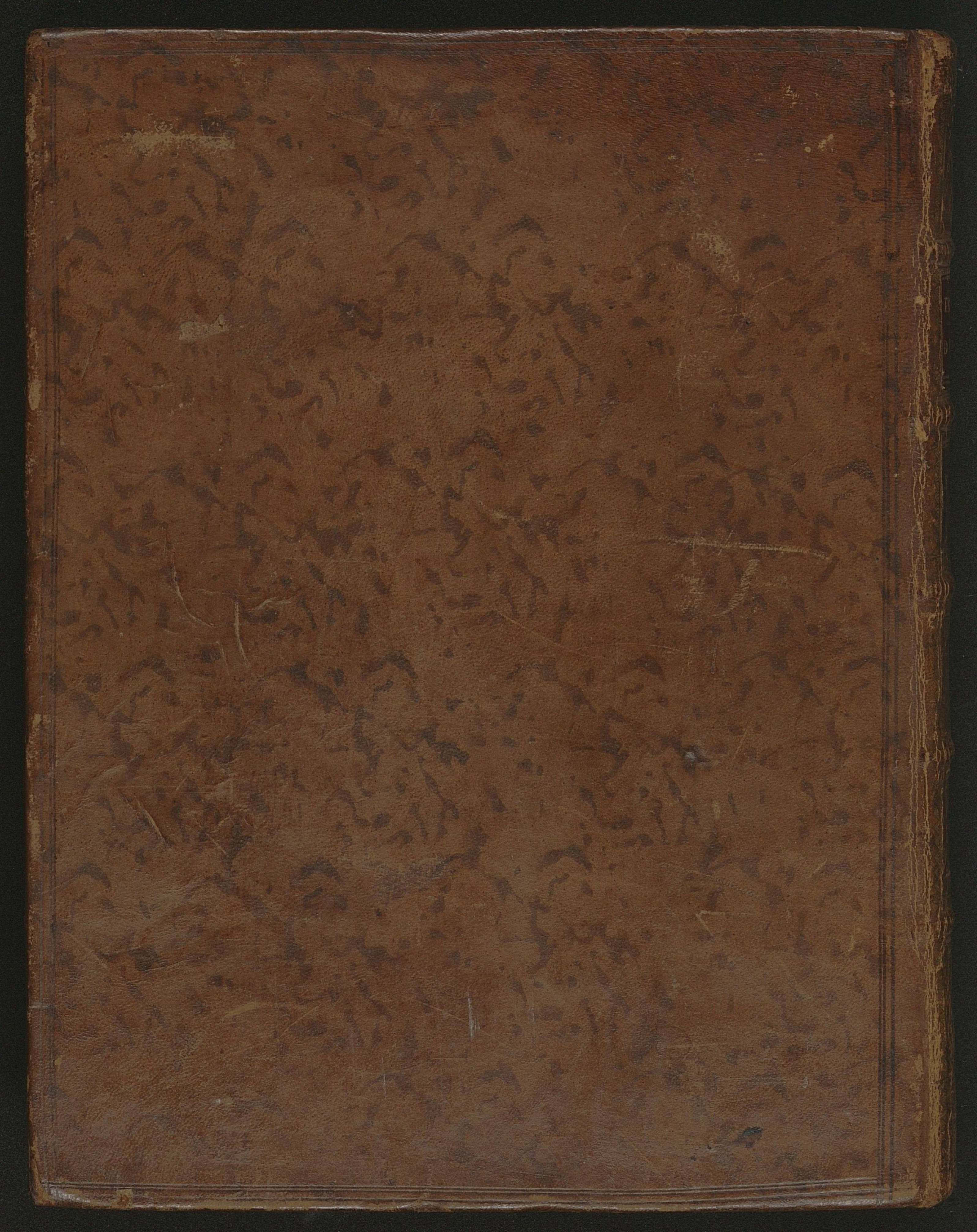


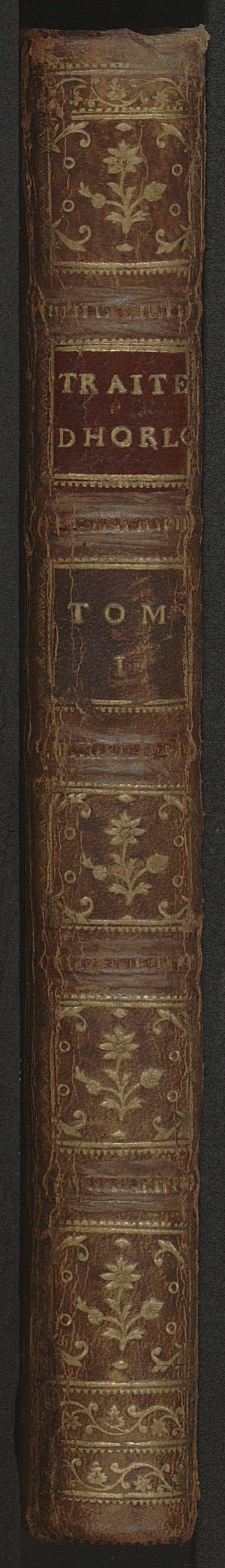











TRAITE
DHORLO
TOM
I



inches

centimeters

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 (A)	12	13	14	15
L*	39.12	65.43	49.87	44.26	55.56	70.82	63.51	39.92	52.24	97.06	92.02	87.34	82.14	72.06	62.15
a*	13.24	18.11	-4.34	-13.80	9.82	-33.43	34.26	11.81	48.55	-0.40	-0.60	-0.75	-1.06	-1.19	-1.07
b*	15.07	18.72	-22.29	22.85	-24.49	-0.35	59.60	-46.07	18.51	1.13	0.23	0.21	0.43	0.28	0.19
Density										0.04	0.09	0.15	0.22	0.36	0.51

D50 Illuminant, 2 degree observer

Golden Thread

	16 (M)	17	18 (B)	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
	49.25	38.62	28.86	16.19	8.29	3.44	31.41	72.46	72.95	29.37	54.91	43.96	82.74	52.79	50.87	L*
	-0.16	-0.18	0.54	-0.05	-0.81	-0.23	20.98	-24.45	16.83	13.06	-38.91	52.00	3.45	50.88	-27.17	a*
	0.01	-0.04	0.60	0.73	0.19	0.49	-19.43	55.93	68.80	-49.49	30.77	30.01	81.29	-12.72	-29.46	b*
	0.75	0.98	1.24	1.67	2.04	2.42										

Colors by Munsell Color Services Lab

Don Williams